muy MARZO DE 2020

# muy INTERESANTE

**SOBREDOSIS DE PIXELES**
ADÓNDE VAMOS A PARAR CON LA DEFINICIÓN DE LAS PANTALLAS

# DIETA ASESINA

## POR QUÉ TU MANERA DE COMER ESTÁ MATANDO AL MUNDO

**ZOOLÓGICOS**
¿FINALMENTE LES LLEGÓ LA HORA?

**GIGANTES DEL TIEMPO**
LOS RELOJES MONUMENTALES MÁS ASOMBROSOS

**CRISPR**
COPY-PASTE GENÉTICO PARA VIVIR MEJOR

MARZO DE 2020, NO. 03

270320
Panamá Balboas 2.50
Costa Rica Colones 1755.00
Colombia Pesos 13 900
Ecuador Dólar 3.50

49.00 PESOS

www.muyinteresante.com.mx

Tu estilo, tu equilibrio

**EN TODO MOMENTO**

# Yakult

¡me caes muy bien!

Para ese ritmo de vida intenso, toma **Yakult 40 LT** porque contiene más de 40 mil millones de ***Lactobacillus casei* Shirota** vivos que contribuyen a nuestra salud intestinal, además es bajo en calorías.

Come sano

muy INTERESANTE

SUMARIO
Año XXXVII No. 03

## DISCOVERY

**6 Muy Web**
Lo mejor de lo mejor de nuestras redes sociales.

**8 Muy data**
El ojo humano en cifras y a fondo.

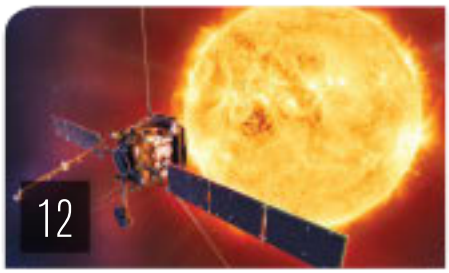
**10 Citas**
¿Quién diría que se aprende tanto de los zapatos?

**12 Actualidad**
Modelos médicos de marfil, el desarrollador del primer servicio comercial de *email* y huellas de mamut.

**20 In situ**
Ángela Posada y los retos para predecir el clima.

**22 Tocar lo invisible**
Pepe Gordon charla con el físico Gerardo Herrera.

**24 Muy Visión**
Momias de sumos sacerdotes en Egipto vuelven a la luz.




## + REPORTAJES

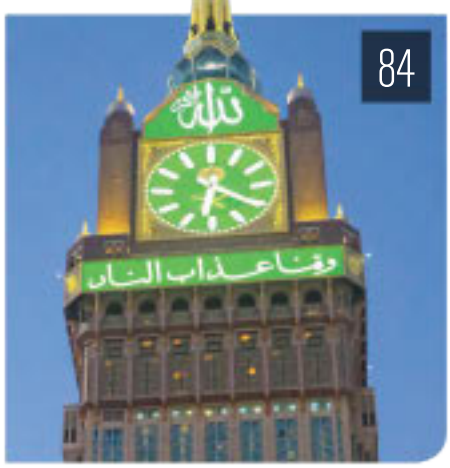
**26 En Portada**
Nuestra alimentación está matando al planeta, ¿qué podemos hacer?

**38 Prodigios de la era CRISPR**
Cómo esta tecnología ha revolucionado lo que sabíamos acerca de la genética.

**48 ¿Dónde está el límite?**
Los avances en las pantallas de dispositivos electrónicos están limitados por la capacidad del ojo humano.

**54 ¡A la orden, mi capitán!**
Darle de comer a más de 3,000 soldados en el Heroico Colegio Militar no es cosa fácil.

**60 Documento**
Prisión o paraíso. El dilema de vivir en un zoológico.




## CURIOSIDAD

**68 Preguntas y respuestas**
¿Cómo nos da sed?

**70 De palabras**
La metáfora.

**72 Sala de arte**
*Puerta de la nube*, de Anish Kapoor.

**74 Mitos y leyendas**
Vulcano, dios de las armas.

**76 Muy escéptico**
El síndrome del Pueblo Lavanda.

**78 Escenas de la historia**
Cuando las tropas de Pancho Villa atacaron Columbus.

**80 Protagonistas de la historia**
Elon Musk, el genio que nos quiere llevar a Marte.

**82 Cine-scopio**
Las batallas científicas que se han librado en el cine.

**84 Los diez**
Relojes monumentales.

**87 Inspiración**
La astrónoma Gloria Delgado y lo que más le gusta.

**88 Frasegrama**
Encuentra la frase relacionada a Francisco Toledo.

## XPLORER

**90 Crónicas del futuro**
Almacenamiento de datos por los siglos de los siglos.

**92 Hi-tech**
Microondas inteligente, detector de cuadros falsos y más.

**96 Cómic**
Las bolsas de plástico no son la solución.

# TELEVISIÓN

ENCUÉNTRANOS EN EL **ESTADO DE MÉXICO** Y **CDMX** POR EL ...

## 34.1 NUESTRA SEÑAL ABIERTA

Y **TODO EL PAÍS** POR SISTEMA DE CABLE A TRAVÉS DE

izzi CANAL 34 | sky CANAL 154 | Totalplay CANAL 146 | MEGACABLE CANAL 134

# RADIO

### AM

| | | |
|---|---|---|
| 1600 | AM | **VALLE DE TOLUCA** |
| 1080 | AM | **VALLE DE MÉXICO** |
| 1250 | AM | **TEJUPILCO** |

### FM

| | | |
|---|---|---|
| 91.7 | FM | **METEPEC** |
| 88.5 | FM | **ZUMPANGO** |
| 91.7 | FM | **AMECAMECA** |
| 104.5 | FM | **VALLE DE BRAVO** |
| 105.5 | FM | **ATLACOMULCO** |

LLEGAMOS A MÁS DE
**16 MILLONES**
DE PERSONAS

# DIGITAL

**TRANSMISIÓN EN DIRECTO**

DE RADIO Y TELEVISIÓN POR NUESTRO PORTAL:

**radioytvmexiquense.mx**

Y NUESTRAS REDES SOCIALES

MexiquenseTV | radioytvmexiquense | @MexiquenseTV | /MexiquenseTV

@RMexiquense | /RMexiquense

# NOS ESTAMOS RENOVANDO

## CONÉCTATE CON...

# MEXIQUENSE

**RADIO · TELEVISIÓN · DIGITAL**

radioytvmexiquense.mx

MexiquenseTV

radioytvmexiquense

@MexiquenseTV

MexiquenseTV

@RMexiquense

RMexiquense

# POR LA BOCA MUERE...

Nada más natural que comer. Es algo tan básico que rara vez reparamos en investigar de dónde salió eso que nos llevamos a la boca.

Para conseguir comida nos basta con ir al súper, al mercado, a la tiendita de la esquina o abrir nuestra app favorita de entrega a domicilio y pedir algo; lo que por un lado es muy práctico y eficiente, pero por otro, nos desconecta aún más del origen de nuestros alimentos y de todo ese largo proceso que debe ocurrir antes de que terminen en un plato.

Y sí, toda actividad humana tiene un impacto ambiental, pero tampoco hay que abusar. Por eso nos pusimos a investigar cuánto afecta al planeta nuestra forma de comer y qué podemos hacer al respecto para aminorar el daño.

No todo pinta fatal. En este número también hay un artículo sobre los progresos en la edición genética CRISPR, que promete aliviar muchos males que nos azotan; una entrevista con el legendario Vinton Cerf, uno de los pioneros del protocolo que hizo posible el desarrollo de internet, y una historia sobre el operativo que implica darle de comer todos los días a 3,000 soldados del Heroico Colegio Militar. ¿Ves? ¡Todo es comer y comer!

**Los editores de *Muy Interesante*.**

## Coméntanos...

• Aquí están otras opciones para la portada de esta edición. ¿Cuál te gustó más, la que quedó o alguna de ellas?

•Escríbenos a **muyinteresante@televisa.com.mx**



muy INTERESANTE

Editorial
Armando Tovar
**Director Editorial**
Sarai J. Rangel
**Redacción**

Arte
Manuel Arrubarrena Luna
**Coordinador de Arte**
Carlos E. Balan Lara
**Diseñador**

Portada
José Antonio Díaz de León
**Fotoarte**

Colaboradores Externos
Adriana Palma Salinas
**Diseño**
Luis Antonio Torres Liho
**Corrector de Estilo**
María Fernanda Morales Colín
**Redacción**
Adriana Cataño Vergara
**Información**
España Mohar
**Editora Web**

Contenido editorial
Roberto Morán
**Director**

Audiencias Print
Jorge Morett
**Director**

Ventas
Alejandra Hernández Fernández
**Coordinadora Comercial**

Isabel Ceballos, Elsa Sánchez, José Monterrosa
**Ejecutivos de ventas**

Relaciones públicas
Fabián Arnione
**Gerente**

Marketing
Fabiola Arrillaga Treviño
**Directora**
Alejandro Ávalos Angulo
**Coordinador**

Digital
Jorge Taboada
**Director**

Mejora continua y operaciones
Guillermo Caballero
**Director**

Relaciones con Empresas y Talento
Lucía Alarcón
**Directora**

Finanzas y administración
Rosario Sánchez
**Directora**

Desarrollo de Negocios, Ventas y Marketing
Joaquín Colino Sánchez Ventura
**Director**

Licencia
Zinetmedia Global, S. L. S. EN C.

**Número telefónico para ventas de suscripciones:**
800-222-2000
**Atención a suscriptores:**
México:
800 REVISTA (738-4782)
EUA y Puerto Rico:
1 800 288-6677

EDITORIAL TELEVISA
Rodolfo Vargas Pérez
**Director General**

**LA REVISTA MENSUAL PARA SABER MÁS DE TODO**
**Suscripciones:** 800-222-2000
**Atención a suscriptores:** 800 REVISTA (738-4782)

EDITORIAL Televisa
Intermex
ACGM CERTIFICADO 2020 ACGM-533

© **MUY INTERESANTE.** Marca Registrada. Año XXXVII N° 03. Fecha de publicación: 24-02-2020. Revista mensual, editada y publicada por **EDITORIAL ZINET TELEVISA, S.A. DE C.V.** Av. Vasco de Quiroga N° 2000, Col. Santa Fe, Alcaldía Álvaro Obregón, CP 01210, Ciudad de México, Tel. 55-5261-2000. Contenido licenciado por **ZINET MEDIA GLOBAL, S.L. S. EN C.** bajo los derechos exclusivos de **EDITORIAL ZINET TELEVISA, S.A. DE C.V.** Editor responsable: Jorge Antonio Morett López. Número de Certificado de Reserva de derechos al uso exclusivo del Título MUY INTERESANTE: 04-2001-090516461000-102 de fecha 6 de febrero de 2019, ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título N° 5956, de fecha 15 de mayo de 1987; Certificado de Licitud de Contenido N° 8546, de fecha 15 de mayo de 1987, ambos con expediente N° 1/432"81"/2475 ante la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas. Distribuidor exclusivo en México: Distribuidora Intermex S.A. de C.V., Lucio Blanco N° 435, Alcaldía Azcapotzalco, CP 02400, Ciudad de México. Tel. 55-5230-9500. Distribución en zona metropolitana: Unión de Expendedores y Voceadores de los Periódicos de México, A.C., con domicilio en calle Guerrero N° 50, Col. Guerrero, Alcaldía Cuauhtémoc, CP 06350. Tel. 55-5591-1400. **EDITORIAL ZINET TELEVISA S.A. DE C.V.** investiga sobre la seriedad de sus anunciantes pero no se responsabiliza con las ofertas relacionadas por los mismos. **ATENCIÓN A CLIENTES:** a toda la República Mexicana Tel. 800 REVISTA (738-4782). Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial del contenido e imágenes de la publicación sin previa autorización de Editorial Televisa, S.A. de C.V.

**Impresa para México:** REPRODUCCIONES FOTOMECÁNICAS S.A. DE C.V. Durazno N° 1, Esq. Ejido, Col. Las Peritas, Tepepan; Alcaldía Xochimilco, Ciudad de México, CP 16010.

**IMPRESA EN MÉXICO - PRINTED IN MEXICO.**
**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.**
**ALL RIGHTS RESERVED.**
**© Copyright 2020**

**ISSN 1665 – 3629.**
**muyinteresante@televisa.com.mx**

# SÍGUENOS
# COMENTA
# COMPARTE

/MuyInteresanteMexico

@MuyInteresanteM

muyinteresantemx

muy INTERESANTE

# SUS FAVORITOS EN LA RED

## Visita el mapa de coronavirus en tiempo real

Existen dos mapas en los que puedes consultar los países y habitantes con confirmación de coronavirus con ayuda de Google.

93,453

## Manjar submarino

Biólogos marinos colocaron tres cadáveres de cocodrilos en el fondo del Golfo de México para estudiar animales prehistóricos que aún viven.

78,347

82,217

## ¿Por qué explotan las pilas de los celulares?

Es posible que esto suceda con una caída, sobrecarga o al utilizarlo mientras está conectado a la corriente eléctrica.

FOTOS: UNIVERSIDAD DE LOUISIANA; UNIVERSIDAD ESTATAL DE OHIO; GOOGLE; CENTAC; INAH

**¡Recuerda visitar nuestras redes sociales!**

Twitter
**@MuyInteresanteM**

Facebook
**Muy Interesante México**

Instagram
**muyinteresantemx**

51,845

## Encuentran el fósil de escorpión más antiguo del linaje arácnido

Vivió hace 437 millones de años y tenía la capacidad de respirar tanto en tierra como bajo el agua.

42,856

## Descubren los restos de un temazcal prehispánico en centro de CDMX

Ubicado en el barrio de La Merced, el sauna se construyó con bloques de adobe y fragmentos de tezontle.

FOTOS: @41.STRANGE; MARSEL VAN OOSTEN; SEAN SCOTT; RAÚL CASTRO URBIOLA; JEFFREY PATRICK KARNES

## Instagram

6,486

### Lento, pero muy bonito

La *Polymita picta* es originaria de Cuba. Es considerado como el caracol terrestre más bello del mundo. Se trata de una especie en peligro de extinción.

4,223

### Cazador astuto

¿Sabías que el guepardo (*Acinonyx jubatus*) prefiere cazar en horas del mediodía, mientras sus contrincantes descansan?

4,568

### Vecino colorido

El tucancillo collarejo (*Pteroglossus torquatus*), mide 41 cm y llega a pesar 230 gramos. Habita en bosques y selvas desde el sur de México hasta Venezuela.

5,785

### Ave de leyenda

¿Sabías que el quetzal pone huevos de color azul y son de tamaño muy pequeño? Es llamado "la serpiente emplumada", pues al volar su cola se mueve de forma muy particular.

5,238

### Anestesia original

Las rayas fueron uno de los animales más populares de la antigua Grecia. De hecho, los dentistas de la época utilizaban el veneno de las mismas como un anestésico.

# 10,000,000

**Número de colores que distingue**

# EL OJO HUMANO

**Ver es tan importante para nuestra supervivencia que acapara la actividad de 1 de cada 3 neuronas**

**2 tipos** de células fotorreceptoras de la retina: los bastones y los conos

Tenemos **7 millones** de conos (para ver colores)

y **100 millones** de bastones (para ver con poca luz)

**Parpadeamos** entre **15 y 20 veces por minuto** cuando estamos despiertos

**576 megapixeles**

Sería su resolución si fuera una cámara

**1 de cada 30** personas es daltónica

**8 de cada 10** personas tienen los **ojos cafés**. Las de **ojos azules** (el 8 % del total) descienden de un **antepasado común** que vivió hace entre **6,000** y **10,000** años

**4 a 13 semanas** Edad a la que los ojos de los bebés **empiezan a producir lágrimas**

**24 mm** Diámetro del globo ocular. **Pesa 75 g** y lo mueven **6 músculos**

**1,300 millones** de personas presentan alguna **deficiencia visual**

**36 millones** son **ciegas...**

... y el **90%** de ellas vive en **países en desarrollo**

**Pasamos** alrededor del **10 %** de nuestro tiempo despiertos **con los ojos cerrados**

POR CARLOS AGUILERA Y FRANCISCO JÓDAR

# ¿MICROBIOS AL MANDO DE LAS EMOCIONES?

**Expresiones como: “Déjate llevar por el estómago”, o las “mariposas en el estómago” son ejemplos de una respuesta visceral ante nuestras emociones o estados de ánimo.**

**Sabías que...**
La superficie de los intestinos es tan extensa, que si se desdobla podría cubrir una cancha de tenis.

El aparato digestivo es mucho más que una máquina procesadora de alimentos: cuenta con su propio sistema nervioso, conocido como *sistema nervioso entérico*, que extiende de una red de 100 millones de neuronas y por lo que es denominado como nuestro **“segundo cerebro”.**

Los intestinos se encuentran conectados al cerebro por medio de terminaciones nerviosas que, bidireccionalmente, envían y reciben información de manera constante. Este mecanismo se conoce como **“eje intestino-cerebro”**.

Una ruta de comunicación entre la microbiota intestinal y el cerebro es la del metabolismo a través de **serotonina (conocida como hormona de la felicidad), ya que tiene un papel central en la regulación del estado de ánimo y cognición. Dicha hormona se produce hasta en 95% en los intestinos y el resto en el cerebro.**

**La síntesis cerebral de serotonina depende del aporte de triptófano de la dieta, y la microbiota intestinal está involucrada en su generación.**

**Fuentes de triptófano:** Huevo, frutos secos, lácteos, pollo y pescado.

Otros estudios asocian alteraciones de la microbiota con el estrés, autismo, párkinson y alzhéimer, al demostrar que quienes las presentan tienen baja diversidad de bacterias intestinales.

Recientes investigaciones han analizado microbiota intestinal en personas cuyas dietas son pobres en fibra y ricas en carnes rojas, grasas y azúcares, encontrando un desequilibrio en la microbiota intestinal que, en términos médicos, se denomina *disbiosis*.

Una herramienta potencial para disminuir la disbiosis de la microbiota es el uso de ***probióticos*, que son microorganismos útiles que, al consumirse en cantidades adecuadas, confieren beneficios de salud; algunos de ellos pueden ser enfocados a la salud mental y son denominados *psicobióticos*.**

Algunas bacterias empleadas han dado resultados favorables; entre ellas destacan el ***Lactobacillus casei Shirota*** y bifidobacterias como *Bifidobacterium infantis*.

Consume probióticos en tu dieta diaria y recuerda la frase de: “Eres lo que comes”. Por tanto... ¿cómo esta tu microbiota intestinal el día de hoy?

## La serotonina es crucial para:

- Movimiento de los intestinos
- Percepción del dolor
- Sueño
- Apetito
- Estado de ánimo

EN TODO MOMENTO
Yakult
¡me caes muy bien!

# FRASES BIEN CALZADAS

**"Dale a una chica los zapatos correctos y ella puede conquistar el mundo".**
Marilyn Monroe
(1926–1962), actriz estadounidense.

**"Todavía tengo los pies sobre la tierra; simplemente uso mejores zapatos".**
Oprah Winfrey (1954), presentadora estadounidense.

**"Tengo grandes zapatos por llenar. Es mi oportunidad de hacer algo; tengo que aprovechar el momento".**
Andrew Jackson
(1767–1845), 7° presidente de EUA.

**"No importa qué tan grandiosos sean tus zapatos si no logras nada con ellos".**
Martina Boone, novelista checa.

**"La única diferencia entre todos y nadie está en los zapatos".**
Amor Towles (1964), novelista estadounidense.

**"Para mí, con un personaje, tienes que empezar por los zapatos".**
Óscar Isaac (1979), actor estadounidense de origen guatemalteco.

**"El zapato que le queda a una persona le aprieta a otra; no hay una receta para vivir que funcione en todos los casos".**
Carl Jung (1875–1961), psicoanalista suizo.

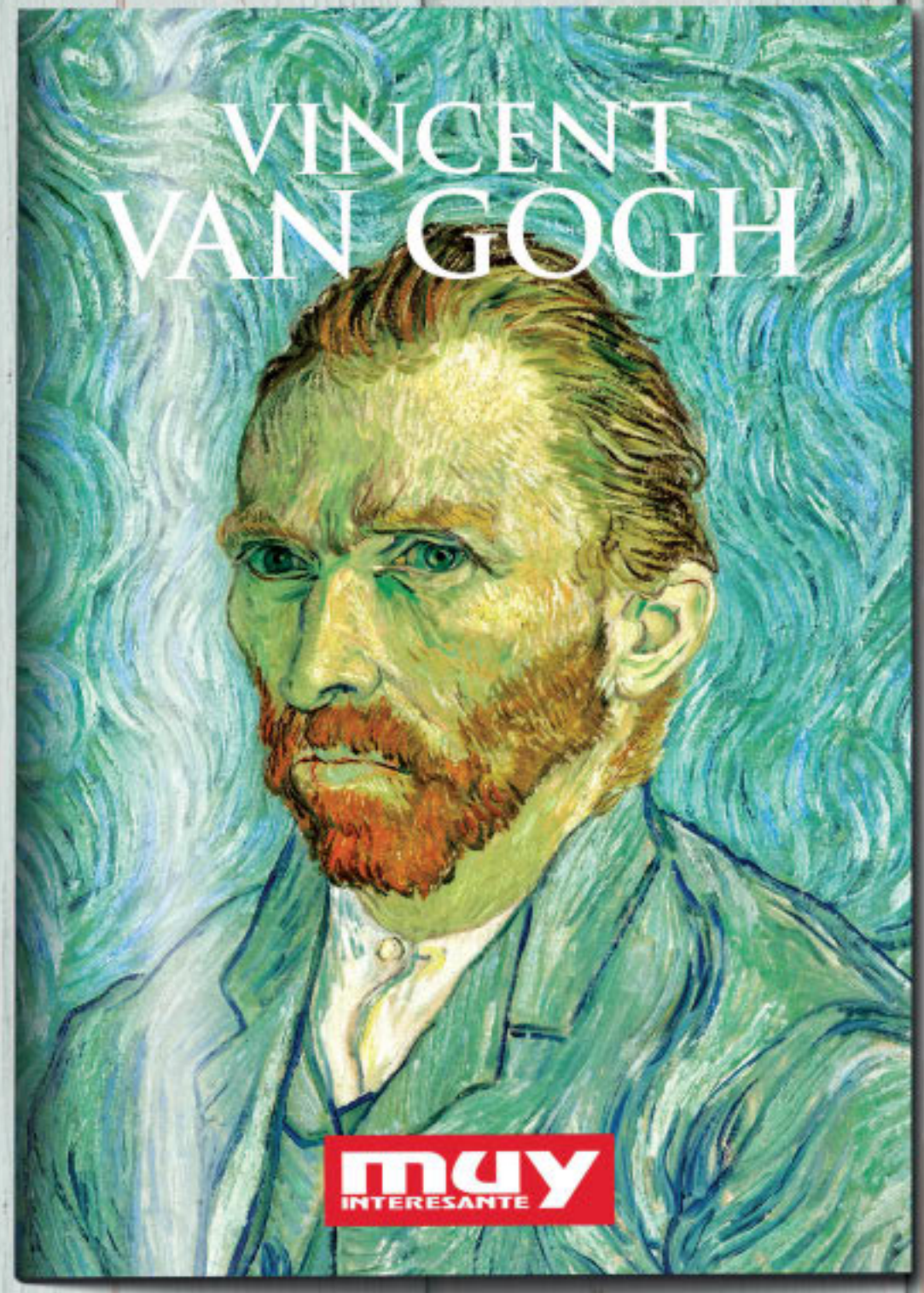
**"Hacer música es como ir de compras: cada canción es un par de zapatos nuevos".**
Rihanna (1988), cantante barbadense.

**"Fueron a mis clósets buscando esqueletos pero, gracias a Dios, todo lo que encontraron fueron zapatos, bellos zapatos".**
Imelda Marcos (1929), primera dama de Filipinas entre 1965 y 1986.

FOTOS: CORTESÍA ANDREA; GETTY IMAGES

Fuentes: *goodreads.com, brainyquote.com*

# ESPECIAL DE COLECCIÓN




DESCUBRE TODOS LOS DETALLES DE LA VIDA DE ESTE ICÓNICO GENIO, INCOMPRENDIDO EN SU MOMENTO, QUE REVOLUCIONÓ LA HISTORIA DEL ARTE.

POR SÓLO $149

BÚSCALO YA EN TIENDAS O CON TU VOCEADOR.

# EXPLORADOR DEL SOL

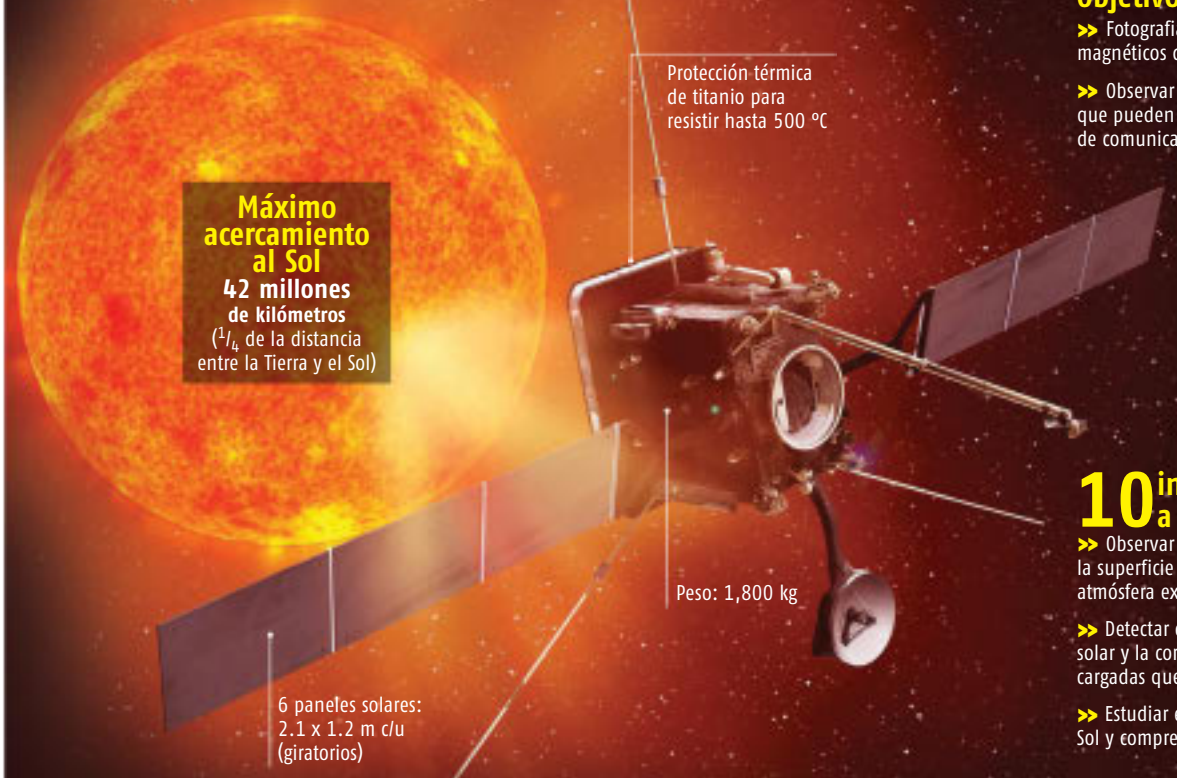
**La misión Solar Orbiter de la ESA*, con el apoyo de la NASA, investigará el Sol y su influencia en el Sistema Solar.**

>> Lanzamiento: 9 de febrero, para una misión de seis años.

## Objetivos principales

>> Fotografiar los polos magnéticos del Sol.

>> Observar eventos explosivos que pueden dañar los sistemas de comunicaciones de la Tierra.




## 10 instrumentos a bordo para:

>> Observar las erupciones en la superficie del Sol y su intensa atmósfera exterior.

>> Detectar cambios en el viento solar y la corriente de partículas cargadas que salen del Sol.

>> Estudiar el campo magnético del Sol y comprender cómo se genera.

Fuente: *Agencia Espacial Europea

ASTROBIOLOGÍA

# Casas de hongos

El hacer casas en Marte o en la Luna podría ser más "*ecofriendly*" de lo que pensamos. Un proyecto arquitectónico del Centro de Investigaciones Ames de la NASA en Silicon Valley, en California (EUA) planea crear hogares en ellos a partir de estructuras hechas con hongos.

Su prototipo fue creado con micelios, el conjunto de filamentos de la parte vegetativa de los hongos. Estos hilos fueron inducidos para crear estructuras que, más que un conjunto de paredes, forman un espacio con su propio ecosistema y múltiples organismos, ya que el micelio respira y come un tipo de bacteria llamada cianobacteria.

El pequeño hábitat que planean implementar estará formado por una cúpula de tres capas: la externa (hielo de agua extraído de los recursos naturales de la Luna o Marte, que protegerá de la radiación), la media (formada por las cianobacterias que producirán oxígeno y nutrientes) y la interna (la estructura creada por los micelios y que crecerá en un ambiente contenido para no contaminar Marte o la Luna).

Los investigadores creen que en un futuro los exploradores humanos podrán llevar pequeños bloques de hongos inactivos que después podrán cultivar con agua para que crezcan y formen un hábitat funcional. Pese a que ponerlo en práctica aún está algo lejos, la investigación inicial y sus prototipos base están bastante avanzados y demuestran el potencial que tiene la idea. Fuente: *nasa.gov*

**SABÍAS QUE...** Se le llama biología sintética al estudio de cómo puede utilizarse la vida misma como tecnología.

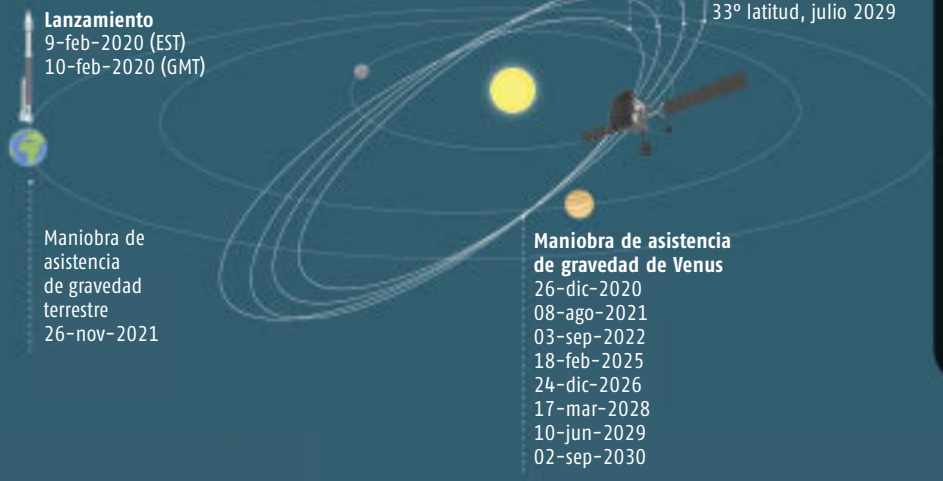
La misión Solar Orbiter estudiará de cerca al Sol y la heliosfera interior, aproximándose de una forma en que ninguna otra misión lo ha logrado: sus telescopios estarán a casi un cuarto de la distancia de la Tierra al Sol, obteniendo imágenes nunca antes vistas.

El movimiento del orbitador casi coincidirá durante varios días con la rotación del Sol alrededor de su eje, lo que permitirá ver por primera vez la formación de tormentas solares durante un largo periodo y desde el mismo punto.

Para alcanzar esta impresionante ubicación, el orbitador se someterá a una radiación 13 veces mayor que la de la Tierra, por lo que está equipado con paneles solares termorresistentes y una antena de alta ganancia y alta temperatura. Su tarea no es fácil, pero sí muy prometedora para la exploración solar.

**SOLAR ORBITER** fue construido por Airbus en Stevenage (Reino Unido), y en octubre pasado fue trasladado a Cabo Cañaveral (Florida, EUA).

## Viaje de Solar Orbiter alrededor del Sol




**300 millones de kilómetros**
Distancia máxima entre la Tierra y Solar Orbiter.

**16.5 minutos**
Tiempo máximo para que una señal de radio viaje en una dirección entre la Tierra y el orbitador.

**22 órbitas**
alrededor del Sol

**Nov. 2021**
Inicio de la misión principal

**Diciembre 2026**
Inicio de la misión extendida.

**1 au= Distancia media entre el Sol y la Tierra (149,597,870,700 m)*

PALEONTOLOGÍA

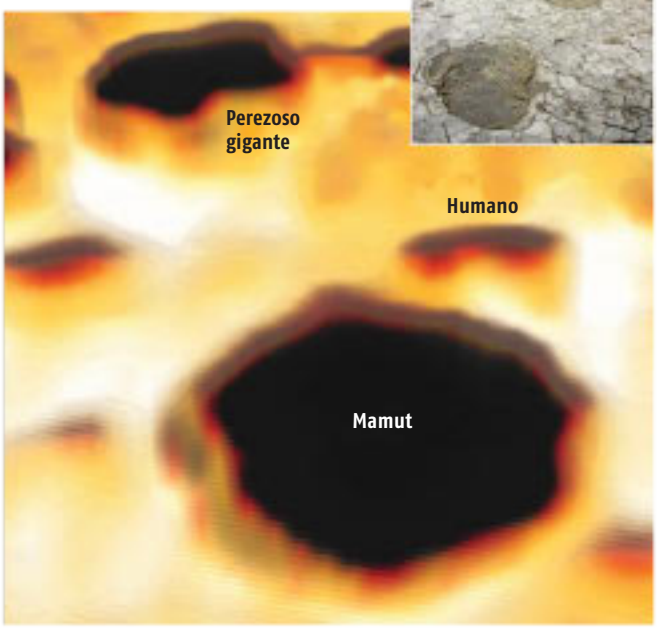
# Sí mamut

Aunque los mamuts dejaron de existir hace 3,700 años, sus huellas todavía prevalecen en la Tierra. Dicho rastro de su existencia son ahora el material de estudio para los científicos de la Universidad de Bournemouth (Reino Unido), que se auxilian de radares de penetración terrestre para descifrarlas.

El equipo lleva varios años trabajando en el Monumento Nacional de las Arenas Blancas en Nuevo México (EUA), donde hay una gran colección de huellas de animales de la Edad del Hielo. Estas "pistas fantasmas", como se les conoce por ser tan difíciles de distinguir, también están acompañadas de las huellas de los cazadores humanos que los acechaban.

Los datos que los científicos pudieron recolectar están relacionados con la forma de la huella y la presión ejercida por la pata mientras andaba, lo que da información sobre cómo caminaban estos animales extintos. Sus resultados indican que lo hacían muy similar a como lo hacen los elefantes de hoy en día.

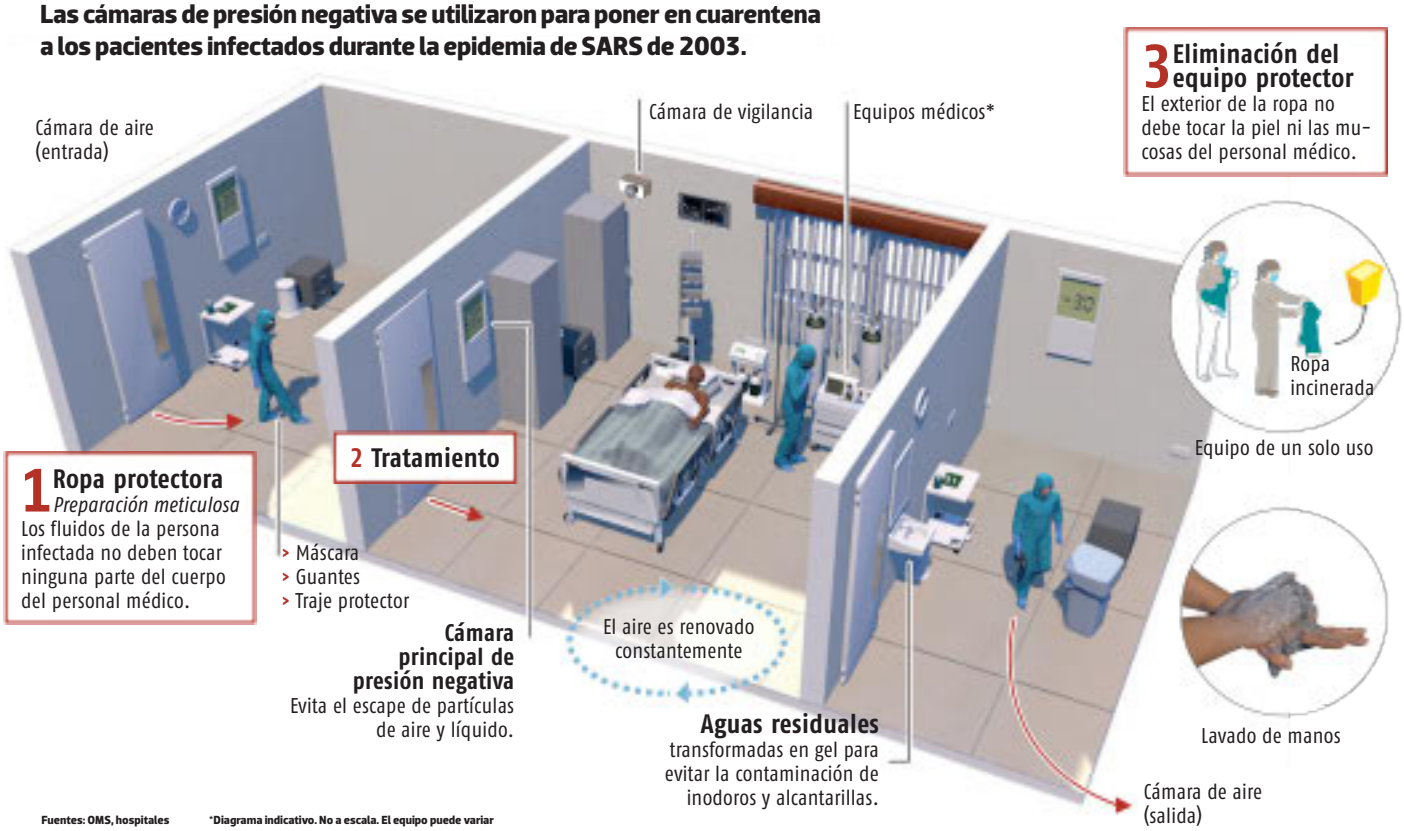
Los investigadores creen que pueden usar la misma técnica, pero ahora para mapear huellas de dinosaurios o de ancestros humanos. **Fuentes:** *nature.com*




**INFORMACIÓN MUY VALIOSA** se obtuvo también de huellas de mamut encontradas en Saint Mary Reservoir (Canadá).

FOTOS: ESA; SHAYNE TOLMAN; AFP; STANFORD-BROWN-RISD IGEM TEAM; SHAYNE TOLMAN; AIRBUS

**Las cámaras de presión negativa se utilizaron para poner en cuarentena a los pacientes infectados durante la epidemia de SARS de 2003.**




Fuentes: OMS, hospitales *Diagrama indicativo. No a escala. El equipo puede variar

GRÁFICO: AFP FOTO: CDC

# CORONAVIRUS: DENTRO DE UNA CÁMARA DE AISLAMIENTO

En estas cámaras de aislamiento se atiende a pacientes contagiados y a quienes están en cuarentena por alguna enfermedad respiratoria viral.

En 2003, estos espacios se usaron para tratar a los enfermos durante la epidemia del síndrome respiratorio agudo grave (SARS), causado por el coronavirus SARS-CoV.

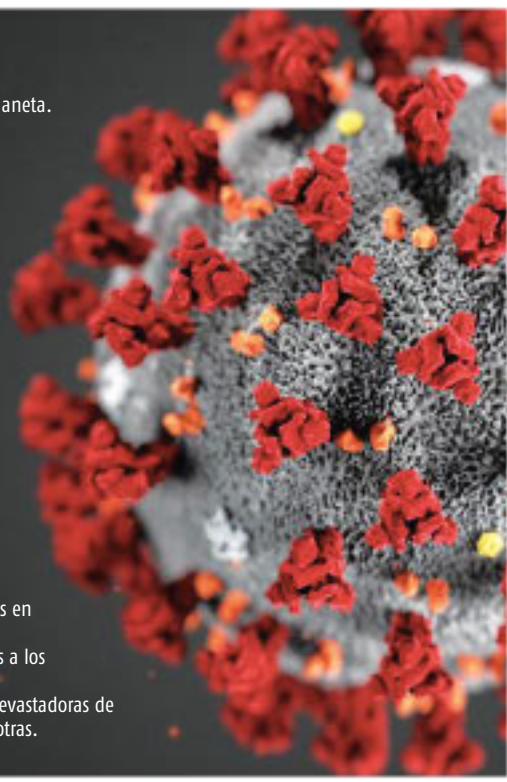
Ahora se emplean para tratar a enfermos del nuevo coronavirus 2019-nCoV que comenzó en la ciudad de Wuhan, China. El primer caso se reportó el 31 de diciembre de 2019 y hasta el cierre de esta edición había 908 muertos, incluido uno de los primeros médicos que alertó del brote. Otras 31,000 personas estaban infectadas sólo en China.

Sin embargo, pese a la suspensión de vuelos de otros países hacia y desde China, el virus no se quedó nada más en la nación asiática, pues hasta principios de febrero se habían reportado al menos 240 casos en una treintena de países más, así que la Organización Mundial de la Salud declaró una alerta sanitaria internacional por coronavirus.

## ¿Qué es un virus?

Los virus están entre los organismos más abundantes del planeta. A continuación, algunos puntos clave:

> Son simples y más pequeños que una bacteria. Durante los últimos años se descubrieron unos más grandes: mamavirus y megavirus.
> No tienen color. Las imágenes que vemos de ellos son coloreadas de manera artificial.
> Son muy pequeños para reflejar la luz visible.
> Aunque contienen ácidos nucleicos (ADN y ARN) y pueden reproducirse, no pueden hacerlo sin un huésped.
> Algunos mueren segundos después de dejar al huésped; otros pueden vivir por años.
> Duran más en el frío: el calor es una forma de matarlos.
> Entran a las células huéspedes de varias maneras: vías respiratorias, sistema digestivo o heridas. Al acceder, secuestran a sus enzimas para reproducirse.
> La población total de virus en la Tierra es más de un millón de veces el número estimado de estrellas en todo el Universo.
> Cada día, unos 800 millones de virus unidos a partículas de polvo caen sobre cada m² de la superficie de la Tierra.
> Su habilidad para entrar en las células los ha hecho útiles en la terapia génica.
> Pueden ayudar a combatir a las superbacterias resistentes a los medicamentos tradicionales.
> Son responsables de algunas de las enfermedades más devastadoras de la historia: gripe, ébola, viruela, polio, rabia o sida, entre otras.



RADIOLOGÍA

# PEQUEÑOS MODELOS

**Por primera vez, los secretos de unas delicadas esculturas de marfil, cuya existencia constituye uno de los capítulos más intrigantes de la historia de la medicina, podrían ser revelados mediante microtomografía computarizada (μ-TC). Esta técnica permite hacer representaciones en tercera dimensión de la estructura interna y externa de objetos sin dañarlos.**

**Se cree que los maniquíes anatómicos proceden de Alemania a finales del siglo XVII y sirvieron como instrumento didáctico en escuelas de medicina o para las futuras madres. Sin embargo, el material con el que están hechas, el marfil, ya entonces era demasiado ostentoso para un objeto tan práctico cuya elaboración cesó de repente hacia el siglo XVIII.**

**"Estudiamos las figuras porque se sabe muy poco acerca de sus orígenes y pensamos que la tecnología CT podría darnos nuevas ideas", comentó vía correo electrónico Fides Regina Schwartz, radióloga de la Universidad de Duke (Estados Unidos), quien lideró la investigación.**

**La micro-TC utiliza rayos X para "escanear" secciones transversales de un objeto. Además de recrear un modelo virtual, esta técnica permite identificar la composición del material con que está hecho, así como datar su origen.**

**Una duda que tenía Schwartz era si los 22 maniquíes analizados (provenientes de la colección de la Universidad de Duke) contenían marfil verdadero o imitación. Si su objetivo era la enseñanza, "tendría más sentido no usar un material tan valioso", considera.**

**Para sorpresa de la radióloga, el estudio reveló que 20 de las 22 figurillas estaban hechas sólo de marfil de elefante. Otra fue tallada por completo en hueso de asta de venado y otra más en una combinación de marfil y hueso de ballena. Además, 12 de los maniquíes anatómicos estaban articulados y otros tantos presentaban reparaciones internas.**

**El único lugar del que podría provenir el marfil entonces era África. "Una vez que las rutas comerciales históricas se entiendan más a fondo, podría quedar claro cuál región alemana tuvo acceso al marfil de elefante durante los siglos XVII y XVIII", señala la investigadora. De esta forma se obtendría una ubicación más exacta de su procedencia.**

**Fuente: Radiological Society of North America**

> Sólo se conocen 180 maniquíes en todo el mundo y 22 están resguardados por la Universidad de Duke.

> Al digitalizarlos mediante μ-C se obtuvieron impresiones 3D. Esto permitirá que las muñecas sean exhibidas sin riesgo de dañar las originales, que sólo eran expuestas ocasionalmente.

> Es poco lo que se conoce de estas figurillas. No miden más de 20 a 25 cm de largo, pero el nivel de detalle con el que fueron talladas resulta por demás exquisito.

> La mayoría representan mujeres recostadas cuyos vientres removibles dejan al descubierto la red de órganos al interior del cuerpo, también extraíbles. Algunas incluso hospedan diminutos fetos conectados mediante un cordón umbilical de tela.

FOTOS: RSNA.ORG

ENTREVISTA

# MAESTRO DE LA RED DE REDES

**Vinton Cerf desarrolló el primer servicio comercial de email y diseñó el lenguaje para que las computadoras pudieran comunicarse entre sí por primera vez, paso fundamental para la creación de internet.** Martín Cagliani

Algo que hoy en día nos parece lo más simple del mundo, el funcionamiento de internet, se debe a que las computadoras pueden comunicarse entre sí. Esto es posible gracias a dos cosas que parecen muy evidentes: que cada computadora tiene una especie de dirección postal, llamada IP (protocolo de internet), para encontrarse; y que todas utilizan un lenguaje universal llamado TCP (protocolo de control de transmisión).

Antes de 1975, a nadie se le había ocurrido eso que hoy damos por hecho. Vinton Cerf y Robert Kahn fueron quienes desarrollaron esta forma de comunicación eficiente que, con diversos cambios a lo largo de las décadas, se sigue utilizando.

Cerf, considerado como uno de los padres de la Red, hoy es vicepresidente de Google y evangelizador de internet, como él mismo se denomina.

Trabajando para la DARPA (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa de EUA) entre 1976 y 1982, se convirtió en una de las figuras clave para el desarrollo de lo que hoy llamamos internet. También lideró al grupo que desarrolló el primer servicio comercial de correo electrónico, el MCI Mail, lanzado en 1983.

*Muy Interesante* tuvo la oportunidad de platicar con él en el patio de la Universidad de Heidelberg (Alemania), en el congreso Heidelberg Laureate Forum.

**¿Cuál crees que será el futuro de la web?**

**VC:** Antes que nada, ya sabes que se ha demostrado que mi habilidad para predecir el futuro de internet es muy mala. Nos quedamos sin espacio para direcciones IP en la versión 6 del protocolo, así que no logré prever eso, pero podemos ver diversas cosas que están sucediendo.

La primera es un hito que alcanzaremos en diciembre: casi la mitad de la población mundial tendrá acceso a internet. Aunque existe una gran diferencia entre países con prácticamente 100% de cobertura y otros con regiones enteras sin acceso. Casi siempre son zonas rurales, alejadas de las ciudades. La razón principal es que para las empresas no es rentable. Así que, ¿cómo lidiamos con eso? Como evangelizador de internet es un tema que me preocupa mucho. Existe una posibilidad que suena un poco loca: ubicar muchos satélites en una órbita baja para que permitan llevar internet a cualquier sitio del planeta.

SpaceX, de Elon Musk, planea poner en órbita miles de satélites muy cerca de la Tierra que podrán lograrlo, y hay otros que también apuntan a esa posibilidad, como OneWeb e Iridium. Como esos satélites estarán en órbita polar, pasarán por cada región del planeta a través de múltiples planos. Esto abre la posibilidad de que internet llegue a cada región del planeta sin necesidad de cablear todos los rincones del mundo.

**¿Sería posible una web interplanetaria?**

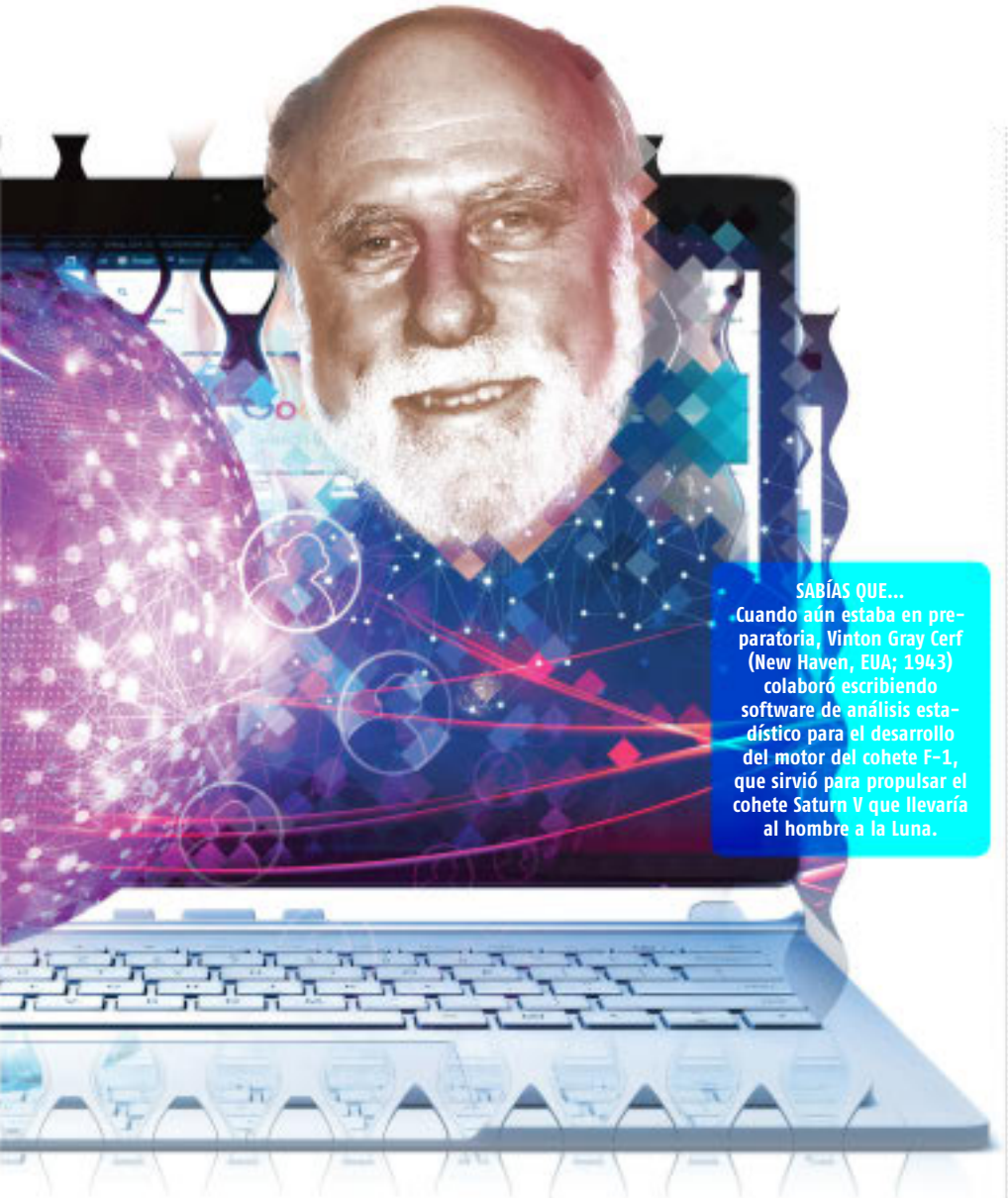
**VC:** Es un tema en el que estoy trabajando con el Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA. Actualmente tenemos prototipos funcionando en Marte, entre los vehículos de tierra y los orbitadores. Si bien Spirit y Opportunity dejaron de funcionar, todavía tenemos la misión Mars Science Laboratory con el vehículo Curiosity, y más cosas planeadas para 2020.

En la Estación Espacial Internacional (EEI) también contamos con la versión más reciente y estandarizada de protocolos, que son utilizados por los astronautas. Hace unos años probamos esos protocolos en tiempo real, aquí en Heidelberg, cuando un astronauta manejó desde la EEI un róver situado en la superficie terrestre.

Funcionó bien, pero porque la distancia entre la EEI y Heidelberg es relativamente corta. Casi no hay tiempo de espera, pero si tuviéramos que hacerlo desde la Tierra a Marte, el tiempo de espera sería de 40 minutos. No puedo imaginarme tener que esperar 40 minutos para que giren las ruedas.

**"Los coches autónomos cometen errores en los que los humanos nunca incurriríamos; no son capaces de reconocer cada cosa que ven".**

FOTOARTE: JOSÉ ANTONIO DÍAZ DE LEÓN



**SABÍAS QUE...**
Cuando aún estaba en preparatoria, Vinton Gray Cerf (New Haven, EUA; 1943) colaboró escribiendo software de análisis estadístico para el desarrollo del motor del cohete F-1, que sirvió para propulsar el cohete Saturn V que llevaría al hombre a la Luna.

También probamos la posibilidad de utilizar transmisiones ópticas que reboten en la Luna a 600 megabits por segundo, utilizando los mismos protocolos, y funcionó. Eso nos sugiere que podríamos emplear láseres en vez de radio para comunicar información de ida y vuelta con naves espaciales ubicadas en el resto del Sistema Solar, y así evitar la pérdida de información.

**¿En qué trabaja ahora?**

**VC:** Soy vicepresidente y jefe evangelizador de internet en Google. Me preguntaron qué título quería y yo dije que archiduque. Larry Page y Serguéi Brin me contaron que el último archiduque fue Francisco Fernando, cuyo asesinato inició la Primera Guerra Mundial, y así fue como me dieron mi título.

Oficialmente estoy en el Departamento de Investigación de Google, pero la mayor parte de mi trabajo es sobre políticas. Hablo mucho con los gobiernos de todo el mundo acerca de políticas que podrían incrementar el alcance de internet, hacer posible que llegue a una mayor cantidad de gente. Por fortuna, los teléfonos móviles me han ayudado en esa tarea.

**¿Cómo ve al internet de las cosas?**

**VC:** Estoy trabajando mucho en ello, básicamente con equipos que se ocupan de seguridad, privacidad y autonomía. La principal preocupación es que no existan errores de conexión o de programación que puedan volver peligrosos los objetos conectados o que no se puedan usar.

Los problemas que podrían llegar a surgir con el internet de las cosas son en particular visibles en los automóviles autónomos, que circularían por las calles lidiando con otros conductores humanos, con motos, bicicletas y peatones. Una cosa es entrenar a un sistema de inteligencia artificial (IA) para que lleve a cabo una tarea repetitiva, regular, y otra por completo diferente es hacerlo para que lidie con dinámicas cambiantes. Los coches autónomos cometen errores en los que nosotros nunca incurriríamos. Por ejemplo, tienen que reconocer todo lo que ven y estar preparados para las decisiones impredecibles que los humanos toman a su alrededor. Todavía no pueden reconocer cada cosa que ven, como sí lo haría una persona.

En cambio, los coches autónomos podrían comunicarse entre sí y mantenerse bien coordinados, pero los humanos no se comunican muy bien entre sí cuando están conduciendo; incluso les hablan a otras personas sabiendo que no pueden escucharlos. Pero los coches, al no tener ego, podrían comunicarse entre sí de una forma muy eficiente y estandarizada.

**Uno de los problemas futuros de internet es la llamada Edad Oscura Digital. ¿Qué es?**

**VC:** Consiste en la posibilidad de que todo lo que hemos creado en formato digital no pueda ser recuperado de aquí a 10 o 100 años. Tomamos fotos con nuestros teléfonos móviles y están codificadas de una cierta forma, y se necesita un programa especial para decodificarlas y hacerlas visibles. ¿Qué pasaría si ese programa no pudiera utilizarse en las computadoras del futuro, ya sea dentro de 10, 50 o 100 años a partir de ahora?

Los abuelos solemos darles fotos a nuestros nietos para que las vean. Hoy en día todo es digital. ¿Podrán mostrarles los jóvenes las fotos que sacan hoy en día a sus nietos? Al ritmo que cambian los programas, es posible que no. A las imágenes debemos sumarles todos nuestros videos, audios, documentos, correos electrónicos, blogs, tuits, publicaciones en Facebook y todo el contenido de la Red.

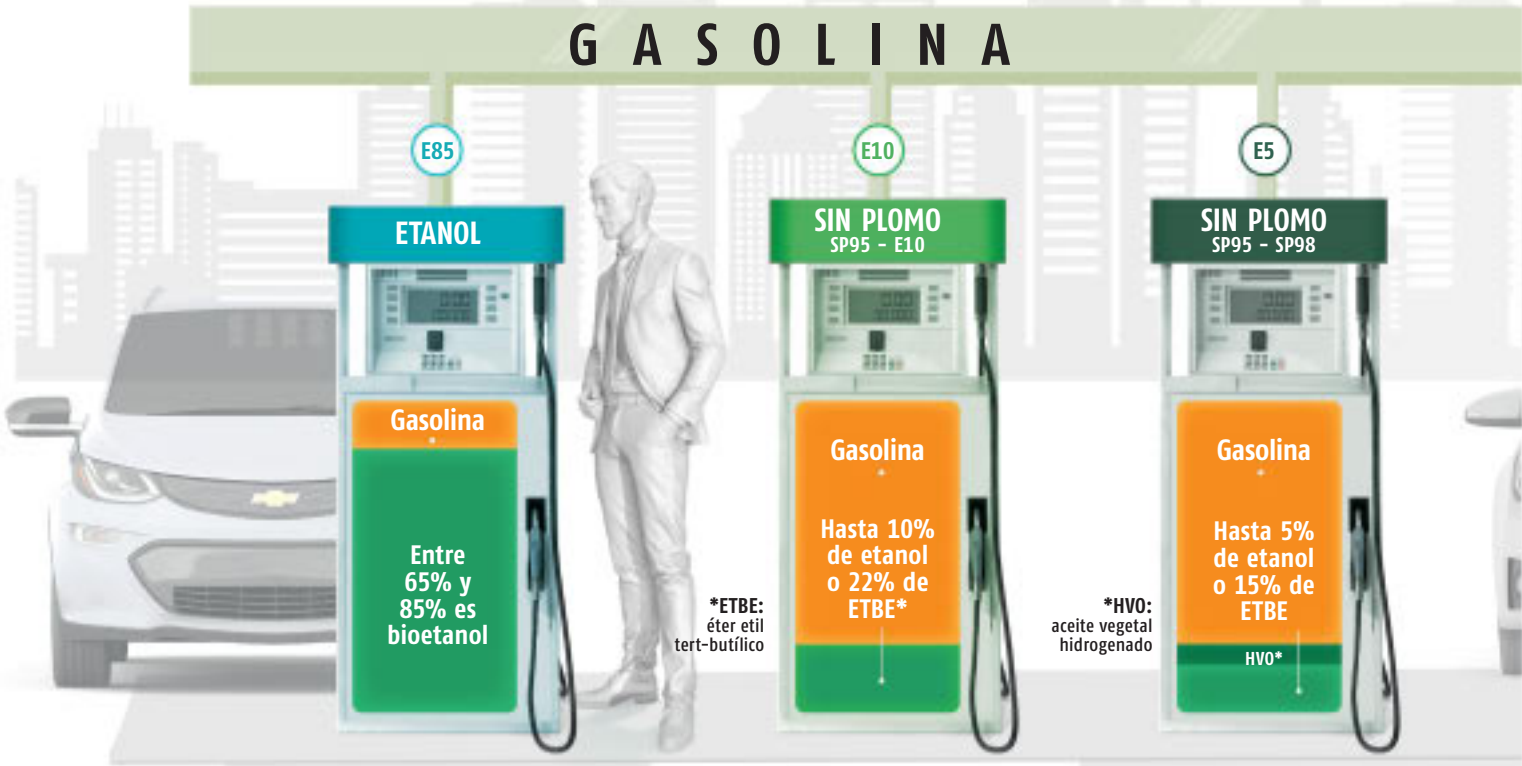
**¿Existe alguna solución?**

**VC:** Uno puede emplear computadoras virtuales que emulen otra antigua. Así podríamos ver material viejo, copiando de forma virtual la forma en que era visto en esos tiempos. Esto ya se ha probado y es posible hacerlo, pero hay otros problemas a sortear, como la propiedad intelectual de programas y diseños.

La mayoría de los códigos que se utilizan para programar tienen derechos de autor que habría que respetar, incluso en el futuro. Hay que crear derechos de preservación, algo que no existe todavía. Es una de tantas políticas en las que trato de involucrarme como evangelizador de internet.

FOTOS: GETTY IMAGES

# ¿DE QUÉ ESTÁN HECHOS LOS COMBUSTIBLES?



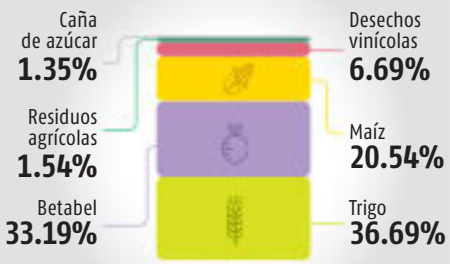

Todavía no es muy popular porque requiere un motor compatible. Lo ofrecen muy pocas estaciones de servicio, aunque en Europa es cada vez más usado, sobre todo en Francia.

El **97%** de los autos con motor de gasolina pueden utilizar este combustible.

El **100%** de los autos de gasolina pueden usarlo sin ver afectado su rendimiento.

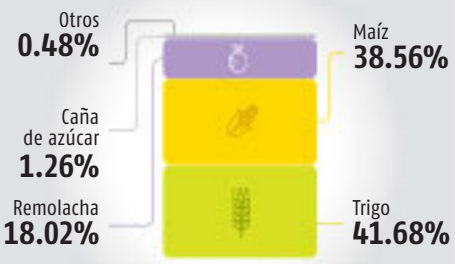
## ¿De dónde salen los biocombustibles? Del reciclado de todo tipo

### Bioetanol




En 2017, último año con datos oficiales, España aumentó en 3% su consumo de bioetanol respecto a 2016. Esta mezcla de etanol (alcohol) y gasolina supone menos de 10% del consumo de biocombustibles en aquella nación europea.

### ETBE (éter etil tert-butílico)



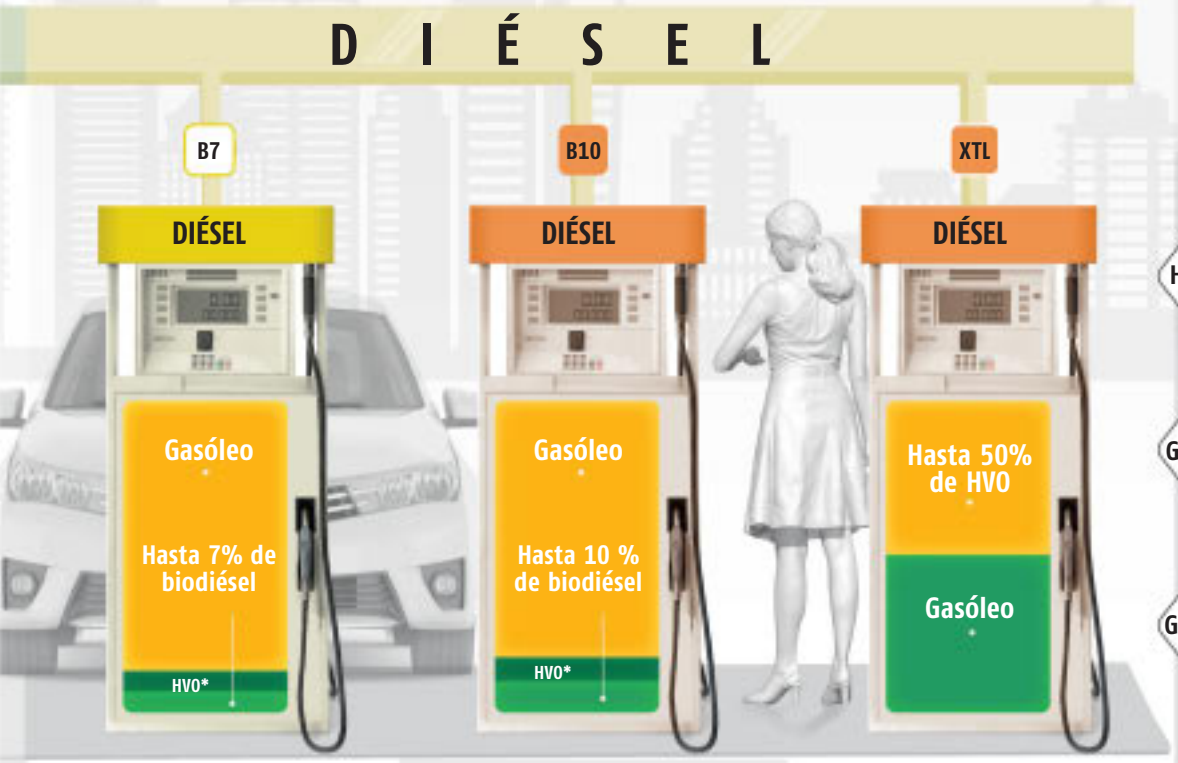

Siguiendo el ejemplo de España, casi todo el etanol producido para usar como combustible se convierte en ETBE, un aditivo para la gasolina compatible con prácticamente todos los motores y que permite reducir las emisiones contaminantes.

### Aceite vegetal hidrogenado (HVO)

Posee un enorme potencial para la reducción de emisiones de dióxido de carbono: con este combustible, un motor de gasóleo puede disminuir sus emisiones de dicho gas hasta en 85 por ciento.

INFOGRAFÍA: CARLOS AGUILERA

A diferencia de lo que tenemos en México, en las estaciones de servicio europeas hay tres tipos de combustible: gasolina, diésel y gaseoso. Para homologar el etiquetado en toda la Unión Europea, en octubre de 2018 entró en vigor una normativa con los nuevos distintivos: un círculo para gasolina, un cuadrado el diésel y un rombo para combustibles gaseosos (hidrógeno, gas natural comprimido) que figuran en la parte superior de los surtidores; en el caso de la gasolina, el número que acompaña a la letra indica el porcentaje de etanol que contiene; para el diésel, su porcentaje de biocombustible. El gasóleo XTL es sintético.

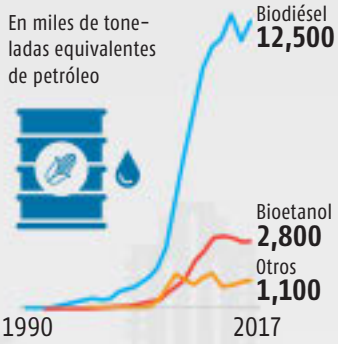



El **100%** de los coches diésel pueden utilizarlo y se distribuye en todas las estaciones de servicio.

El diesel B10 está mucho menos extendido que el B7, a pesar de que no causa problemas en los motores convencionales.

Se elabora con gas natural líquido y aceites hidrogenados o residuos orgánicos. Promete una reducción de las emisiones, pero está por comercializarse.

### Consumo anual de biocombustibles en la UE




### Los más nuevos

**H2**

#### Hidrógeno

La mayoría se genera con el excedente de energías renovables. Recarga pilas de combustible que convierten la energía química de la reacción en electricidad. No genera emisiones aunque todavía son muy pocas las estaciones que lo sirven.

**GLP**

#### Gas licuado del petróleo

Más barato y menos contaminante que la gasolina y el diésel, mezcla propano y butano y el conductor no nota diferencias. Los autos que lo usan tienen dos depósitos (GPL y gasolina), lo que aumenta su autonomía.

**GNC**

#### Gas natural comprimido

Los vehículos que lo utilizan poseen un solo motor y dos depósitos (como los de GPL), lanzan a la atmósfera menos emisiones que los tradicionales y su recarga resulta más barata. El GNC es gas natural –metano, sobre todo– sometido a altas presiones.

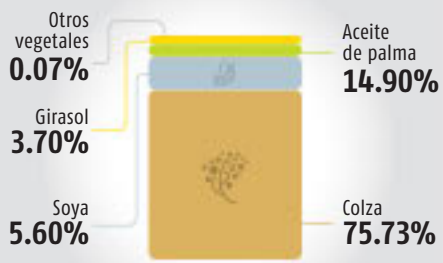
**GNL**

#### Gas natural licuado

Es muy similar al GNC, con la diferencia de que se encuentra a -160º C. Esta es la clave, porque dado un depósito del mismo volumen, cabe mucho más GNL que GNC, de forma que se consigue mayor autonomía y un ahorro económico.

## de materiales: cereales, aceites usados, grasas animales...

### Biodiésel de aceites vegetales



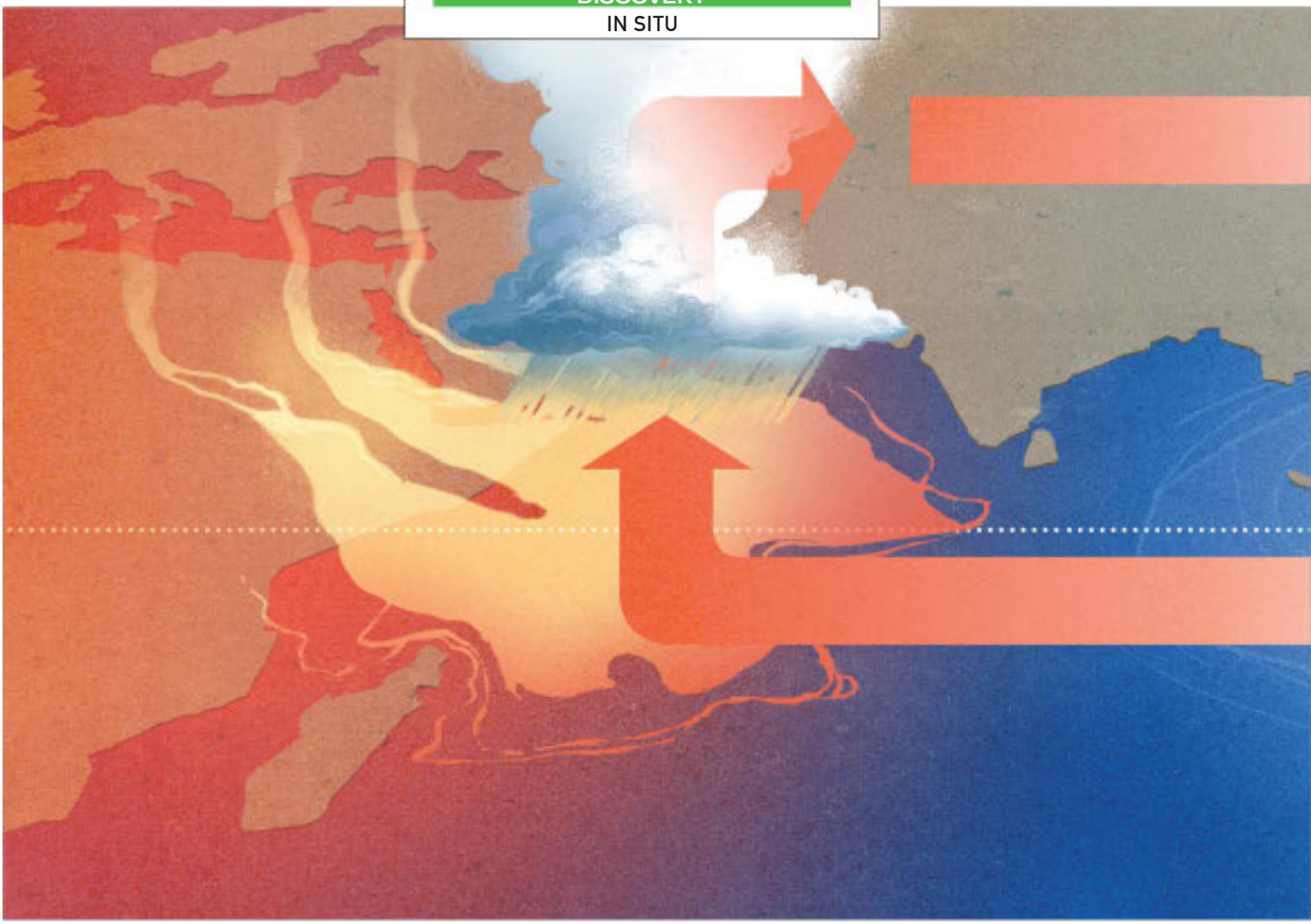

Con varios procedimientos químicos, todos estos aceites se transforman en una sustancia que luego se mezcla con el diésel en proporciones de 5, 20 o hasta 30%, pero hay motores que lo admiten puro (al 100 por ciento).

### Biodiésel de grasas animales

La obtención de combustible a partir de grasas animales –de vaca, sobre todo– es muy minoritaria, a pesar de que logra una notable reducción en las emisiones de dióxido de carbono, hollín y otras sustancias contaminantes.

### Biodiésel de aceites usados

En España se está potenciando la recolección de aceites usados de cocina para su posterior conversión en combustible, y las directivas de la Unión Europea insisten en el uso de este producto, del cual China es el mayor exportador.



# EL COMPLEJO ARTE DE MODELAR EL CLIMA

## Muchas veces olvidamos que no hay fenómenos climatológicos aislados. Todo está conectado.

Por **Ángela Posada-Swafford**

*angela@angelaposadaswafford.com*

Periodista científica egresada del Instituto Tecnológico de Massachusetts; autora de la colección de novelas de ciencia infantiles *Juntos en la aventura* y del libro ilustrado de viajes *Hielo: bitácora de una expedicionaria antártica.*

Dicen que los modelos matemáticos son tan buenos o tan malos como los datos con los cuales son alimentados. La frase es obviamente cierta cuando se trata de los océanos, y por eso me encanta el trabajo de la investigadora Caroline Ummenhofer, del Instituto Oceanográfico de Woods Hole (WHOI, por sus siglas en inglés) en Massachusetts, del cual soy amiga y asidua visitante.

Uno de los retos de predecir tendencias del clima es que los cambios causados por los humanos tienden a superponerse con las fluctuaciones naturales del clima que han existido durante milenios: patrones predecibles de años húmedos y años secos, por ejemplo. ¿Cómo pueden los científicos separar los ciclos naturales de aquellos atípicos inducidos por los humanos y que aparecen a diario en los titulares noticiosos?

La respuesta es: con simulaciones computarizadas y modelos matemáticos basados en datos observados. Y con muchas, muchas pruebas de esos modelos.

Ummenhofer, que es oceanógrafa física convertida en modeladora del clima, se ha especializado en la lluvia, y utiliza esta tecnología de simulaciones computarizadas para revelar las conexiones entre los procesos oceánicos y sus impactos en todo el mundo.

Un lugar que le llama mucho la atención, y que me sirve como ejemplo para ilustrar su genial trabajo, es el océano Índico, que históricamente no ha sido demasiado estudiado por los científicos. A través de sus estudios, Ummenhofer

ILUSTRACIÓN: JOSÉ ALBERTO CAUDILLO ESPEJEL

halló una conexión entre este océano y los monzones asiáticos, así como con las inundaciones, sequías e incendios en Australia, África Occidental e Indonesia.

Las investigaciones basadas en modelos computacionales y observaciones sugieren que el científicamente olvidado Índico podría haber absorbido hasta 70% del total del calor que ha ganado la Tierra desde el año 2000, pero ¿qué tiene de especial que atrapó ese calor? La explicación es que, a diferencia de los océanos Atlántico y Pacífico, que no están bloqueados por continentes, el Índico tiene a India metida justo en medio.

"El océano Índico es un *hot spot* para el cambio climático, es el canario en la mina", explica Ummenhofer.

Me explica que sus aguas son afectadas por olas de calor, que sus poblaciones de peces son desplazadas, que sus selvas de algas están colapsando y que los corales están sufriendo un blanqueamiento masivo. Ella quiere saber cómo ese calor acumulado en el Índico va a afectar sobre

**"El océano Índico es un *hot spot* para el cambio climático, es el canario en la mina", explica Ummenhofer.**

fenómenos como los monzones de India. Una vez que se le añade calor al agua, el sistema completo se energiza, subiendo al máximo el volumen de los extremos climáticos. Y cuando el océano aumenta su temperatura hay más evaporación y, por lo tanto, más humedad en el aire: esto es lo que desata aguaceros de proporciones bíblicas que arrojan muchísima agua en muy poco tiempo.

Por ejemplo, en 2010 llovió de tan mala manera en Australia que el país recibió cuatro veces la cantidad de lluvia que cae de forma habitual, con todas las malas consecuencias del caso. Y los científicos quedaron aterrados al detectar que hubo tanta evaporación desde el suelo hacia la atmósfera, ¡que incluso el nivel global del mar bajó un poco!

Entonces Ummenhofer se puso a buscar si las candentes temperaturas del océano Índico podrían haber jugado un papel en este apocalipsis australiano de 2010 y creó dos simulaciones computarizadas: una que incluyó un mar que se iba calentando cada vez más y otra en la que el calor se quedaba como estaba. Hizo funcionar los modelos más de 100 veces para así asegurarse de contar con la información correcta.

"El año 2010 de todas maneras iba a ser uno muy húmedo en Australia", destaca la investigadora, "pero el hecho de que fuera tan excepcionalmente lluvioso se debió con mucha probabilidad al calentamiento extra del Índico". Como quien dice: blanco es, gallina lo pone.

Algo muy interesante es que Ummenhofer también estudia la salinidad en los mares, un tema del que uno poco oye hablar y que está íntimamente ligado con la lluvia. Los climatólogos saben que los niveles de sal en la superficie del mar son una especie de sistema para medir la lluvia porque cuando el agua marina se evapora, deja atrás la sal. Ese es el motivo por el cual la lluvia que nos cae en la cabeza es de agua dulce.

Junto con otros colegas del WHOI, la investigadora encontró una conexión entre los altos niveles de salinidad del océano Atlántico Norte y el aumento de las lluvias en el Sahel africano (esa región que hay inmediatamente debajo del desierto del Sahara y arriba de las sabanas de Sudán). También descubrió que la salinidad superficial de ese mismo Atlántico Norte fue la culpable de las lluvias extremas que cayeron encima de Estados Unidos en 2015, un año que rompió récords en el sur de ese territorio.

La mayoría de la gente no acaba de darse cuenta de hasta qué punto su clima local, especialmente la lluvia, es afectada por lo que pasa en los océanos. Un agricultor en Zacatecas o San Luis Potosí, por ejemplo, haría bien en interesarse por investigaciones como la de Ummenhofer para estar mejor preparado, no importa cuán lejos esté del mar.

# DE ONDAS GRAVITACIONALES, HOYOS NEGROS Y LA FUERZA

## ¿Se unificará el entendimiento de la teoría cuántica y la de la relatividad general? El físico Gerardo Herrera nos explica.

Por **José Gordon**

Divulgador de la ciencia y conductor del programa ***La oveja eléctrica,*** que se transmite los martes a las 21:30 horas por Canal 22. *imaginantes.tv*

"Un misterio infinito, la Fuerza es. Mucho por aprender aún queda", dice Yoda en *La guerra de las galaxias*. En el desentrañamiento de ese misterio, la ciencia también ha tratado de entender si hay una fuerza básica que integra a todas las fuerzas de la naturaleza. El principal escollo es tratar de unificar las fuerzas que gobiernan lo más pequeño (en el territorio de las partículas subatómicas), con la fuerza de la gravedad que gobierna lo más grande (los sistemas planetarios y las galaxias). El reto es hacer compatible el entendimiento que proporciona la física cuántica con la Teoría General de la Relatividad de Einstein, que explica la gravedad.

En la región de lo más pequeño, para efectos prácticos, la gravedad no se toma en cuenta, es una fuerza extremadamente endeble. Incluso a escala humana lo es: ¡con un saltito le ganamos a toda la fuerza de la gravedad de nuestro planeta! Sin embargo, las cosas cambian en la escala más amplia del cosmos. A partir de Einstein, el espacio que nos rodea se entiende con hendiduras y curvaturas como las que se aprecian en una pintura de Van Gogh. Nosotros no las podemos ver. Sólo se pueden medir los efectos de estas curvaturas en escalas macroscópicas como las de una masa del tamaño del Sol. En este caso, se crea una hendidura similar a la que se genera cuando colocamos nuestro codo en un colchón: éste se hunde y las canicas giran en torno a esa curvatura. Así, los planetas giran en torno a la hendidura del colchón cósmico invisible, una geometría imperceptible que se distorsiona con la presencia del Sol.

Einstein predijo que podrían también generarse diminutas ondas en ese tejido del espacio que no es aparente a nuestros sentidos, las llamadas ondas gravitacionales. Einstein se arrepintió de su conclusión que, sin embargo, resultó ser cierta. De ello conversamos con el físico mexicano Gerardo Herrera, autor del libro *Agujeros negros y ondas gravitacionales. Una mirada profunda al Universo* (2019):

**—La escala de las ondas gravitacionales invita a examinar la fuerza de la gravedad en un nivel en extremo pequeño. ¿Qué posibilidades plantea su descubrimiento directo para tratar de unificar el entendimiento que nos brindan la teoría cuántica y la de la Relatividad General?**

—En los últimos años, en la parte que describe a la fuerza gravitacional han ocurrido unos avances impresionantes. Los podemos resumir en la observación de las ondas gravitacionales, que sucedió en 2015. Los detectores del experimento del Observatorio de Ondas Gravitacionales por Interferometría Láser (LIGO, por sus siglas en inglés), de manera simultánea, percibieron una pequeña perturbación en el espacio y en el tiempo como las esperadas en las ondas gravitacionales. Ambos detectores, que se encuentran en Estados Unidos a 3,000 kilómetros de distancia entre sí, realizaron la misma observación.

Se pudo determinar que esta pequeña perturbación proviene de la fusión de dos agujeros negros, que debieron existir hace millones de años y que se integraron en uno solo. Al tener unas masas tan grandes, de 10 a 20 veces la masa de nuestro Sol, cuando se fusionaron perturbaron el

ILUSTRACIONES: JOSÉ ALBERTO CAUDILLO ESPEJEL

espacio-tiempo que tenían a su alrededor.

**–Son ondulaciones tan finas que se indica que es como detectar un objeto del tamaño de un balón de futbol en la foto de una galaxia.**

–Son perturbaciones extremadamente finas. El detector puede revelar contracciones 10,000 veces menores al tamaño de un protón, es decir, $10^{-19}$ metros.

**–Cuando hablas de esas escalas, la geometría de la Teoría General de la Relatividad tiene que moverse en espacios muy delicados, como los de la física cuántica.**

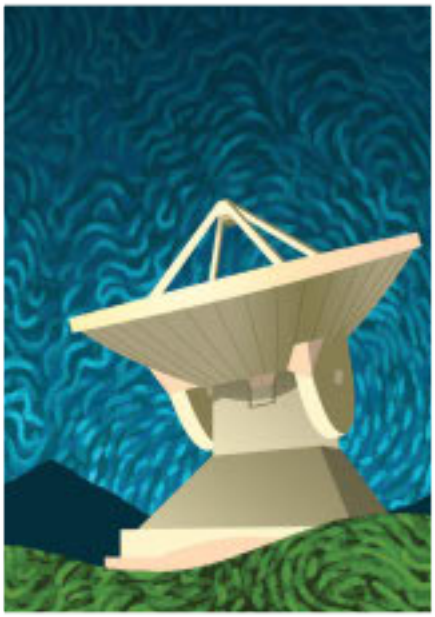
–Estos efectos tan pequeños nos llevan a entender mejor el espacio, el tiempo y la interacción gravitacional, y nos dan la evidencia de la existencia de agujeros negros de la que teníamos sólo una idea indirecta. Teníamos razones para pensar que existía un agujero negro desde 1964, cuando se observó, en la constelación del Cisne, el movimiento de una estrella alrededor de un lugar donde no aparecía nada. Se tenía la sospecha de que se trataba de un agujero negro. Se tenía evidencia con la medición de un sistema binario de objetos que giran alrededor de otro: se pudo observar cómo la velocidad con que giraban iba disminuyendo. Eso le valió el Premio Nobel 1993 a Taylor y Hulse, quienes descubrieron estos objetos que determinaron que la disminución de la frecuencia con la que giran sólo puede explicarse por la emisión de energía que se escapa a través de ondas gravitacionales. Teníamos evidencias indirectas de estos fenómenos, pero ahora poseemos la muestra directa de ondas gravitacionales. Teníamos también una evidencia indirecta de agujeros negros a través de las ondas gravitacionales, pero recientemente acabamos de observar por primera vez el horizonte de sucesos de un agujero negro supermasivo.

**–Esto es muy interesante porque, si estamos hablando de las curvaturas y distorsiones del espacio-tiempo, el agujero negro es la gran distorsión.**

–Así es, y México fue partícipe de este gran descubrimiento. Creo que es uno de los descubrimientos más importantes de la física moderna en muchos años el haber podido medir el horizonte de sucesos de un agujero negro supermasivo.

**–Y tener una fotografía del agujero negro.**

–Exacto. La fotografía tenía que registrar lo que ocurre en el centro de la galaxia



## Un agujero negro define una región separada de nuestro Universo.

M87, que está muy alejada de nosotros. Sin embargo, pudo ser descrita por una red de ocho telescopios que se distribuyen en distintos lugares del planeta, entre los cuales se encuentra el Gran Telescopio Milimétrico de México, de manera tal que nuestro país participa en un gran hallazgo. Es la primera observación del horizonte de eventos de un agujero negro. Por primera vez tenemos la evidencia directa de que estos objetos supermasivos existen.

**–Estas evidencias directas, tanto de las ondas gravitacionales como de los agujeros negros, nos llevan a tratar de comprender qué pasa en esas regiones que se están acercando a la idea de integrar todas las fuerzas de la naturaleza en una sola fuerza. Cómo podrían estos estudios iluminar esos rincones que se acercan a esa fuerza de la que habla, en términos míticos, la cinta *La guerra de las galaxias* que, por cierto, mencionas en tu libro.**

–Estos agujeros negros tienen un comportamiento muy especial porque generan campos gravitacionales extremos. Los agujeros negros generan un horizonte: hay una línea que los separa del Universo. Ese horizonte es una especie de frontera en la que ya no hay más comunicación entre lo que está dentro del agujero negro y nuestro Universo, y eso es lo que define al agujero negro. El horizonte de sucesos es un evento extraordinario: cuando un objeto cae y lo atraviesa se desconecta, no podemos observarlo más. La luz no escapa de este cuerpo y es imposible entonces enviar información que nos diga qué está ocurriendo. Para todos los efectos prácticos, es un espacio-tiempo separado del nuestro. Un agujero negro define una región que ya no está conectada con nosotros.

Lo que pasa en ese horizonte de sucesos es algo muy interesante: ahí hay fenómenos cuánticos. Podemos tener la producción de un positrón y de un electrón -como lo que observamos en nuestro mundo microscópico- justo en el límite donde se separa un agujero negro de nuestro Universo. Entonces puede ocurrir algo fascinante: si esto sucede exactamente en el límite, uno de ellos (el electrón o el positrón) se va en la dirección del agujero negro –perdemos su noticia– y el otro no: ese sale, escapa. Eso genera una radiación que parece estar emitida por el agujero negro.

**–Lo que llaman "radiación de Hawking".**

–Lo interesante de la radiación de Hawking es que es un fenómeno del mundo microscópico, es una manifestación cuántica que está ocurriendo como resultado de una interacción con la gravedad. Es un fenómeno que une ambos esquemas del pensamiento.

**–Ambas ventanas...**

–A la ventana de la Teoría de la Relatividad y a la que describe el mundo microscópico. Ahí se juntan, en un horizonte de sucesos al que nos hemos ido acercando cada vez más, que podemos entender cada vez mejor y que nos ayudará mucho a producir una teoría que permita unir estos dos grandes marcos del pensamiento.

**–Y tal vez a entender la Fuerza...**

–Y entonces entender que no hay tres o cuatro fuerzas básicas, sino que hay una sola fuerza que se manifiesta de muchas maneras. Nosotros la percibimos en formas diversas, pero en realidad sería una misma fuerza que unifica a todas las demás.

**–Esta fuerza que pedimos que siempre se quede con nosotros: "Que la Fuerza esté contigo".**

–Que nos acompañe.

**–Y que nos acompaña, tal vez, desde siempre.**

FOTO: AFP

## De regreso a la luz

A finales de enero ocurrió el primer gran descubrimiento arqueológico de 2020 en Egipto: 16 cámaras funerarias con 20 sarcófagos de sumos sacerdotes. Estas tumbas comunales con 3,000 años de antigüedad fueron encontradas a 300 kilómetros al sur de El Cairo junto con 10,000 pequeñas estatuas ushebti (esculturas que se ponían en las tumbas) y 700 amuletos de distintos tamaños. Cinco de las tumbas tienen forma humana y están hechas con piedra caliza, otras cinco son de madera y algunas están decoradas con jeroglíficos y el nombre de su propietario. En la imagen puedes ver un par de momias que en vida formaron parte de los sumos sacerdotes del dios Thot y de los altos funcionarios de la Dinastía XXVI.

**27 KG**
**DE $CO_2$ POR KILO DE CARNE DE RES.**

La reina de la comida contaminante. Para criar ganado se requiere de mucha tierra y agua. Las vacas despiden metano durante la digestión, lo que significa más gases de efecto invernadero.

**6.9 KG**
**DE $CO_2$ POR CADA KILO DE POLLO.**

Tu mejor opción si quieres disminuir tu huella de carbono y no dejar la carne. Requieren mucho menos comida que las reses y los cerdos. El plus: no generan metano.

## ALIMENTACIÓN GLOBAL

# SÚPER CONTAMINANTES

# 11.9 KG

## DE $CO_2$ POR KILO DE SALMÓN CULTIVADO.

A diferencia del salmón salvaje, este libera gran cantidad de emisiones durante la fase de engorda.
Su huella también crece debido a que los consumidores desperdician parte de lo que compran.

# 12.1 KG

## DE $CO_2$ POR KILO DE CARNE DE CERDO.

No importa si es una chuleta, tocino o jamón.
Buena parte de sus emisiones provienen del procesamiento, embalaje y transporte. ¡Elige otro!

Fuente: *ewg.org; cleanmetrics.com*

# Deforestación, pérdida de biodiversidad, agotamiento de recursos, aceleramiento del cambio climático. Todo eso sazona lo que nos llevamos a la boca.

**Por Sarai J. Rangel y Fernanda Morales**

os estamos comiendo al planeta. Puede sonar a la típica frase alarmista de los agoreros del fin del mundo pero es más real de lo que podría pensarse. Producir nuestra comida, es decir, el sustento que a diario consumen tres o más veces al día 7.6 mil millones de personas, es un desafío demasiado grande incluso para la Tierra.

Para conseguirlo, el sistema alimentario vigente a nivel mundial ha arrasado con ecosistemas completos llenándolos con cultivos de todo tipo. Casi la mitad de la tierra libre disponible (aquella que no es desierto o glaciar), se destina a la siembra o el pastoreo o para alojar a los más de 570 millones de granjas que producen nuestra comida.

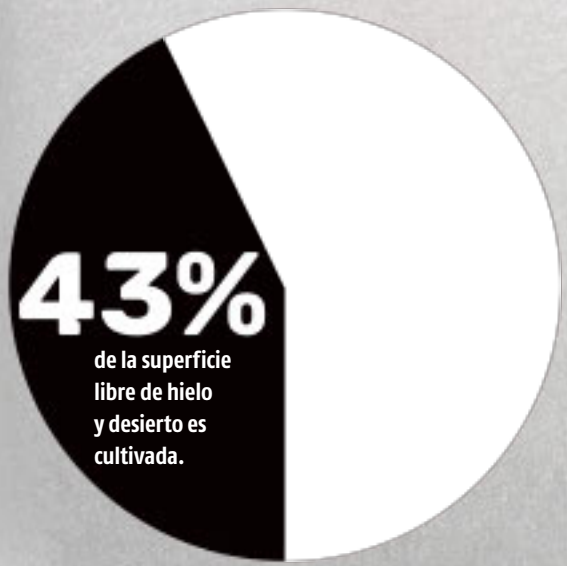
Se trata de una situación preocupante. Nuestros alimentos son responsables de liberar poco más de la cuarta parte de los gases de efecto invernadero (GEI) que calientan el planeta y propician el cambio climático. Esto como consecuencia de la destrucción de hábitats, pero también durante cada etapa de su producción y consumo. Por ejemplo, los animales de granja –como vacas, borregos y cerdos– arrojan cantidades significativas de metano durante su digestión.

Por otro lado, no todo es culpa de los animales. Algunos cultivos como el arroz también son importantes generadores

**En los últimos 50 años, el modelo de industrialización agroalimentaria aumentó su productividad erosionando suelos y acabando con ecosistemas completos: Alfonso Rocha Robles, Slow Food México.**

## MUNDO BAJO EL CUCHILLO

**Producir nuestros alimentos –desde que son plantados o engordados, transformados, transportados, comercializados y al fin servidos– genera 26% de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI).**




De esta:

**87%** se usa para alimentos.

**13%** para biocombustibles y otros usos.

de estos gases. Sin mencionar la enorme huella ecológica que constituye el procesamiento, empaque y traslado a los supermercados de cualquier rincón del globo de todo lo que estamos acostumbrados a ingerir y que aporta 13.7 mil millones de toneladas métricas de dióxido de carbono.

FOTO: GETTY IMAGES

## Cada bocado cuenta

Si todo el proceso para elaborar nuestra comida contamina ¿qué podemos hacer? Como lo explica el investigador de la Universidad de Oxford (Reino Unido), Joseph Poore, algunas dietas y procesos podrían ser más contaminantes que otras. Junto a su colega Thomas Nemecek, en 2018 Poore estimó el impacto ambiental que provoca nuestra comida, contando emisión por emisión desde la granja hasta el plato.

Su estudio, publicado en la revista *Science*, muestra cómo las dietas libres de productos animales pueden ser más amigables con el ambiente que cualquier otra. Incluso es más benéfico que comprar huevos, leche y cárnicos orgánicos y sostenibles.

Tiene sentido. Ese mismo año otro estudio, realizado por Ron Milo del Weizmann Institute of Science (Israel), que calculó la distribución de la biomasa de la Tierra

**13.7**

mil millones de toneladas métricas de $CO_2$ emite la producción de alimentos.
Así como:

**32%**
de la acidificación terrestre global.

**8%**
de la eutrofización en el agua.

90 al 95% del uso mundial de agua se destina a la industria alimentaria.

La carne, la acuicultura, los huevos y los productos lácteos consumen 83% de las tierras de cultivo del mundo. También son responsables del 60% de las emisiones.

41% de la ingesta global de proteínas proviene de los granos.

**17 DE CADA 100 KG**

de alimentos es transportado por el comercio internacional.

## ¿CÓMO CONTAMINA NUESTRA CENA?

"Cada alimento que consumimos impacta de muchas maneras –explica la doctora Alicia Ramírez Huerta, presidenta de la Asociación Mexicana de Nutriología–. Por ejemplo, aquellos de origen animal tienen un gasto hídrico mayor que cualquier otro, sin mencionar la producción de gases de efecto invernadero que generan. Otros no contaminan tanto durante su producción pero sí durante su manejo industrial por la gran cantidad de empaques plásticos usados para su embalaje. Los cultivos modifican la composición y características de la tierra y la deterioran. El desperdicio es otra parte importante de esta problemática".

Para 2050, el mundo necesitará producir 56% más calorías que en 2010; el costo ambiental podría aumentar hasta 90%.

"Se deben hacer cambios drásticos si se quiere alimentar a cada vez más población sin acabar con el ambiente": World Resources Institute.

La tarea: Los agricultores deben elegir cultivos más eficientes, nutritivos y con grandes rendimientos como los frijoles, las lentejas y los chícharos, que son una fuente sostenible de proteínas.

# ¿ORGÁNICO = SUSTENTABLE?

Este es un error común. Los alimentos orgánicos no emplean fertilizantes ni pesticidas sintéticos. *A priori*, esto es benéfico. Sin embargo, explica Alfonso Rocha, consejero internacional de Slow Food México, hay una gran diferencia entre alimentos orgánicos y sustentables: "Algo puede ser orgánico porque usa lo mínimo necesario para certificarse así –por ejemplo, no usan agrotóxicos–, pero podría tratarse de un monocultivo donde se contrata migrantes y se les explota. Entonces compras algo sin químicos pero contenido en un empaque de petróleo, producido a millones de kilómetros y a costa de explotación".

La alternativa que propone Slow Food, movimiento internacional que promueve alimentos buenos, limpios y justos, es la agroecología. Dicho sistema se basa en el cuidado de los recursos naturales, en el salvamento de la diversidad de variedades vegetales y razas animales, en el respeto a los saberes tradicionales de las comunidades y en el conocimiento científico. El objetivo es alimentar al mundo con agricultura a pequeña escala. "La comida debe ser buena para nuestra salud y el ambiente; limpios desde su producción, libres de manipulación genética, con semillas heredadas, criollas, endémicas o nativas, pero también limpios en su empaque, transformación y distribución. También deben ser justos. Si no es así, los productores van a migrar y dejar esta biodiversidad. El alimento es el problema, pero también es la solución", comenta Alfonso vía telefónica.

**2,750**
kilocalorías por persona por día es lo que la producción mundial de alimentos genera.

descubrió que hoy por hoy 60% de todos los mamíferos existentes son nada menos que ganado vacuno y porcino; del resto, 36% son humanos que se alimentan de ellos y apenas 4% son animales salvajes. El sistema alimentario mundial se las ha arreglado para que este sea un planeta de vacas. De ahí que no resulte poco creíble que la elaboración de productos de origen animal sea responsable de nada menos que 60% de las emisiones totales producidas por la industria alimentaria.

**Un producto puede ser orgánico porque está libre de químicos pero puede no ser sustentable al ser producido en monocultivo.**

De hecho, señalan Poore y Nemecek, que sólo generar 100 gramos de proteína animal tiene una huella ambiental de 15 kg de $CO_2$ y requiere una media de 370 m² de tierra al año. Eso no es todo, hay un problema mayor: nada de esto es suficiente. Pese al gran costo ambiental que tienen, los productos de origen animal sólo aportan el 37% de las proteínas y el 18% de las calorías que sostienen nuestra alimentación. Seguir por esa ruta no nos conviene.

## Cambiando platos

Hay una posible solución. Poore y Nemecek proponen que, para tener un planeta más verde, hay que literalmente comer más verde. Según sus resultados, las dietas basadas en plantas podrían reducir hasta en 73% los principales problemas ambientales ocasionados por la comida, tales como las emisiones de gases de efecto invernadero, la acidificación del océano y la eutrofización (estos dos últimos males dañan seriamente los ecosistemas marinos debido al exceso de nutrientes que desprenden los químicos agrícolas). Además, refieren, si todos comiéramos principalmente vegetales y frutas se podría prescindir de hasta 76% menos tierras de cultivo, lo equivalente a unos 3.1 millones de hectáreas.

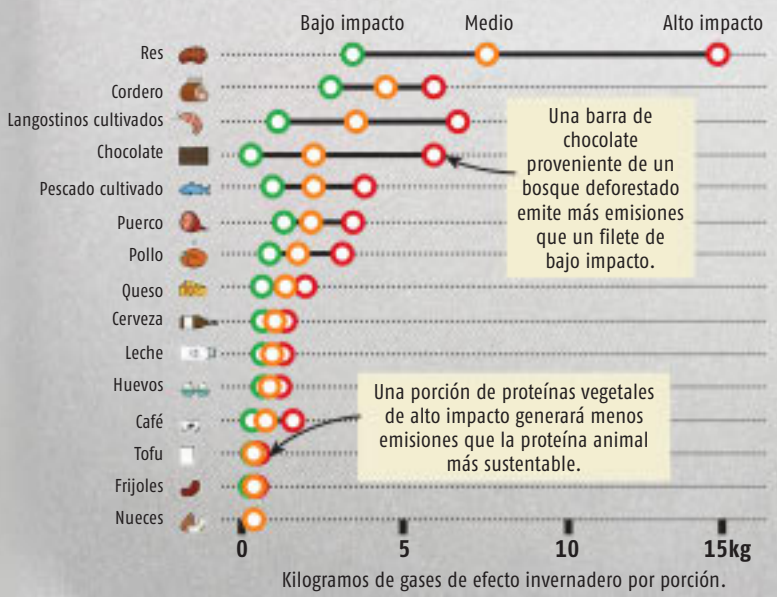
Desgraciadamente no hay soluciones mágicas para nuestros problemas alimenticios. Incluso adoptando este enfoque como un posible remedio para alimentar a un mundo más habitado y contaminado tiene sus contras. No todos los productos hechos a base de vegetales son sustentables y saludables. "Muchos de los peores alimentos son de origen vegetal, señala Dariush Mozaffarian de la Universidad de Tufts en un artículo para el sitio web *The Conversation*. "Considere el arroz blanco, el pan blanco, las papas fritas, los cereales refinados para el desayuno, galletas, etc. Estos alimentos tienen un alto

FOTOS: GETTY IMAGES

# CONTAMINANTE E INSANO

**La carne tiene la mayor huella de carbono, pero otras comidas pueden llegar a generar impactos similares.**

**Kilogramos de emisiones de efecto invernadero por porción.**




La huella ambiental provocada por nuestra comida es cada vez más relevante en la agenda mundial, pero de acuerdo con el investigador Simón Barquera Cervera, en nuestro país aún falta mucho conocimiento sobre el tema. Barquera, director del Área de Investigación en Políticas y Programas de Nutrición del Centro de Investigación en Nutrición y Salud (Cinys) del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), considera que uno de los alimentos que más impactos en el ambiente provoca es la comida ultraprocesada. Estos son alimentos ricos en ingredientes tales como azúcar, grasa y sal, perjudiciales para la salud. "En los últimos años se han dejado de consumir muchos alimentos saludables. Por ejemplo, los frijoles, base de nuestra alimentación, su consumo se redujo 15%. Al mismo tiempo aumentó la compra de otros como las sopas instantáneas, las bebidas azucaradas y los alimentos listos para comer". Esto, aunado a la disminución del consumo de alimentos frescos, está teniendo un fuerte impacto en la salud de la población y generando enfermedades tales como la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares", advierte el experto.

### Sabías que...

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que uno de los principales generadores de enfermedades crónicas es el alto consumo de azúcar, grasa y sal. Diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares,obesidad e hipertensión son sólo algunas de las consecuencias.

## REVOLUCIÓN ALIMENTARIA

El daño de las empresas sobre el ambiente es un tema clave. Y lo saben. Así lo dio a conocer Fabiola de la Portilla, directora de Inteligencia Global de Nielsen, firma dedicada a la recolección de información y datos de consumo, durante una conferencia en el Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán, en la Ciudad de México: "Las nuevas generaciones están esperando que estas compañías de consumo masivo reconozcan sus errores y actúen. Hoy por hoy lo sustentable y lo saludable son temas clave, y las compañías que no estén dispuestas a integrarse a esta nueva ola están destinadas al fracaso. Viene una era alimentaria muy distinta a todo lo que conocemos".

contenido de almidón y azúcar refinados, lo que representa el 42% de todas las calorías que se consumen en un país como Estados Unidos".

Además, como investigadores de la Universidad Tecnológica Chalmers (Suecia) hallaron, los cultivos orgánicos podrían ser más contaminantes que aquellos cultivados de forma convencional, debido a que los primeros requieren mucha más extensión de tierra para ser producidos. Y por otra parte, no toda la comida de origen animal es el diablo.

Aves, huevos, lácteos, mariscos y carnes magras son opciones para una dieta sana. El asunto, por el lado de la contaminación, está en cómo fueron producidos. No genera las mismas emisiones una pequeña granja cuyos productos se comercializan en la misma localidad en que se ubica, que un gran productor con cientos o miles de animales que exporta a otras regiones y países.

Lo que comemos va más allá de lo que nos llena el estómago. Se trata de un tema ambiental pero también de salud y hasta cultural, por lo que encontrar una única solución a cómo comer más sustentablemente (y claro, sanamente) parece difícil. Sin embargo quizá un gran avance es que seamos un poco más conscientes de lo que ponemos en el plato. El cambio vendrá, bocado a bocado.

**Fuente:** *pnas.org; BBC, Poore & Nemecek (2018), Science*

# EL CRUDO PROBLEMA

**Quizá sea mejor replantearnos ese antojo carnívoro que nos agobia. Estos son algunos de los problemas ambientales que ocasiona el consumo de carne:**

- El sector ganadero genera 18% más gases de efecto invernadero, que el transporte (FAO).
- La ganadería es responsable del 9% del $CO_2$ producido por las actividades humanas.
- Sólo el 25% de los mayores productores de carne a nivel mundial contribuye con 1.3 billones de toneladas métricas de $CO_2$ al año.
- También usa 950 millones de hectáreas de tierra.
- Durante su digestión, las vacas y otros rumiantes como las ovejas emiten metano, un poderoso gas de efecto invernadero.
- Una vaca emite 10 veces más gases GEI por kilogramo de carne que los cerdos y las gallinas.
- La carne "verde" crea 360% más emisiones de GEI, 3,200% más acidificación, 970 más eutrofización y utiliza 230% más tierra que una plantación media de soya para tofu por gramo de proteína.
- La carne es 100 veces más contaminante que las legumbres. Una vaca necesita 10 kg de alimento para aumentar 1 kilo de peso. Ese alimento necesitará agua, tierra y fertilizantes para crecer.
- De acuerdo con Joseph Poore, de la Universidad de Oxford, Reino Unido, si sólo Estados Unidos, país donde el consumo de carne per cápita es tres veces la media mundial, redujera su ingesta, las emisiones de este alimento disminuirían entre 61 y 73%.

**Para comer carne sin (tanta) culpa:**

Come menos pero de mejor calidad.
Ve la carne como guarnición, no como plato fuerte.
Ve a la carnicería de la esquina en lugar de comprarla en el supermercado.

## Evitar la carne y los productos lácteos es la forma más importante de reducir nuestro impacto en el planeta.

# ADEMÁS, SOMOS DESEPERDICIADOS...

**Según cifras del Fondo de la ONU para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se pierden 1,300 millones de toneladas de comida producida para consumo humano; un tercio del total. Este es otro de los principales desafíos que dispara la huella de carbono de nuestras comidas. Otro problema es que no optimizamos los recursos. Producimos muchos alimentos no saludables ni sostenibles y menos de aquellos que deberíamos de ingerir más a menudo.**

| La agricultura mundial produce: | | Lo que se requiere: |
|---|---|---|
| porciones de granos | 12 | 8 porciones de granos integrales |
| porciones de frutas y verduras | 5 | 15 porciones de frutas y verduras |
| porciones de aceite y grasa | 3 | 1 porción de aceite |
| porciones de proteínas | 3 | 5 porciones de proteína |
| porción de leche | 1 | 1 porción de leche |
| porciones de azúcar | 4 | |

## LO QUE TIRAMOS

**45%**
**de las frutas y vegetales**
cosechados se desperdician. Unos 3,700 millones de manzanas.

**30%**
**de los cereales.**
Unos 763,000 millones de cajas de pasta.

**20%**
**de la carne.**
Unos 75 millones de vacas.

Comer sustentable parece difícil, hacerlo además de forma balanceada es un reto diario. Existen guías para ayudar a los consumidores a elegir lo mejor, como el Plato para Comer Saludable, creado por expertos en nutrición de la Escuela de Salud Pública de Harvard (Estados Unidos).

**Selecciona bien**
Es más importante elegir el tipo adecuado de carbohidratos a ingerir que la cantidad. Frutas, granos integrales, legumbres, son más saludables que otros.

**De acuerdo con el Plato para Comer Saludable de Harvard, nuestra ingesta diaria debería contener:**

**AGUA**
**Toma agua, café o té**
sin azúcar, mejor. No bebidas azucaradas; no más de un vaso de jugo al día.

**25%**
**granos enteros**
Mejor integrales e intactos: trigo integral, cebada, avena. Pan blanco y arroz blanco en menor medida.

**1**
**porción de grasa y aceite**
Aceites vegetales como oliva, canola, soya, maíz, girasol.

**1**
**porción de leche / lácteos**
Una o dos porciones al día. Sin azúcar ni saborizantes.

**25%**
**proteínas y grasas**
Pescado, pollo, legumbres (frijoles y leguminosas), nueces. Carnes rojas: limitar a dos veces por semana; no procesadas ni embutidos.

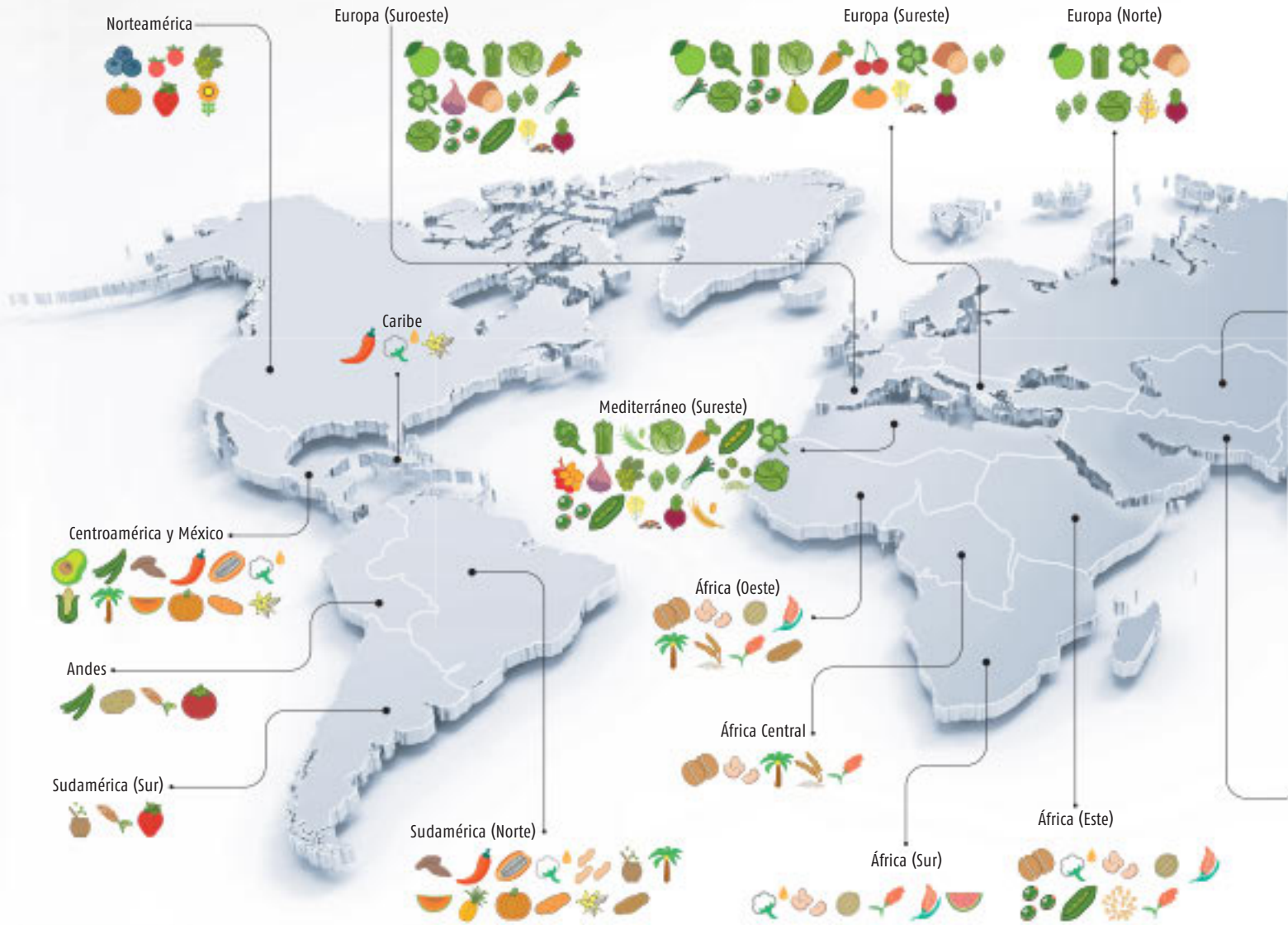
**50%**
**frutas y verduras**
(las papas no cuentan). El color y la variedad es la clave.

FOTOS: GETTY IMAGES

Fuente: *ncbi.nlm.nih.gov; hsph.harvard.edu ; When too much isn't enough..., Krishna Bahadur, et-al (2018).*

# EL LARGO VIAJE DE NUESTRA COMIDA

**En nuestro mundo hiperconectado, la globalización se siente en todas partes, incluso en lo que comemos. Hoy podemos servir en nuestra mesa desde naranjas procedentes de Asia hasta legumbres cultivadas en Norteamérica. Un estudio coordinado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical y el Departamento de Agricultura de EUA muestra hasta qué punto se da este fenómeno: más de dos tercios de los cultivos en los que se sustentan las dietas de cada país provienen de otro lugar, a menudo muy lejano, una tendencia que se ha disparado en los últimos 50 años. Este mapa muestra los lugares de origen de los principales, donde también son más diversos. Algunos, como el trigo, proceden de más de uno.**




## CLAVE

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sandías | Canola y mostaza | Papayas | | | |
| Alfalfa | Ejotes | Trébol | Berenjenas | Lúpulo | Melones | Peras |
| Almendras | Arándanos | Cacao en grano | Habas | Kiwis | Mijo | Guisantes |
| Manzanas | Coles | Cocos | Higos | Puerros | Avena | Garbanzos |
| Chabacanos | Zanahorias | Café | Ajo | Limones y limas | Aceitunas | Piñas |
| Alcachofas | Yuca (mandioca) | Aceite de algodón | Jengibre | Lentejas | Cebollas | Ciruelas |
| Espárragos | Cerezas | Frijoles | Toronjas | Lechugas | Naranjas | Papas |

## PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN

Este gráfico relaciona las zonas de las que provienen los cultivos más importantes –donde se domesticaron y hay más variedades– y aquellas en las que estos son clave en la producción de alimentos. Las regiones alejadas de los centros de biodiversidad agrícola, como Norteamérica, el norte de Europa y Australia, son las que más dependen de los foráneos, pero incluso donde esto ocurre menos, como Bangladés o Níger, se importa una quinta parte de lo que se come y se siembra.

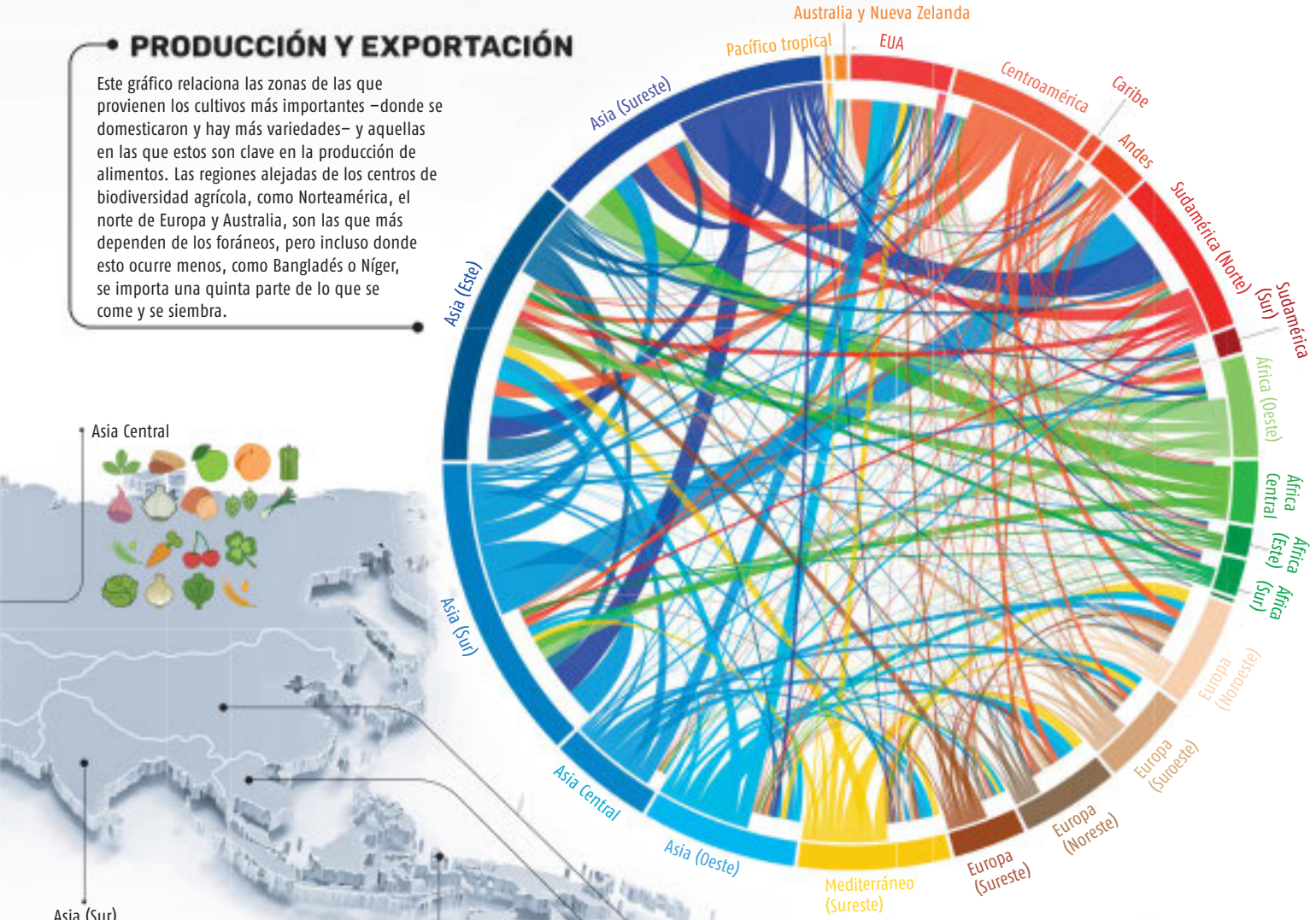



GRÁFICO: CARLOS AGUILERA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Arroz | Girasoles | Cebada | Camote | Quinoa | Arándanos |
| Centeno | Camote amarillo | Vainilla | Plátanos | Betabel | Uvas |
| Ajonjolí | Taro | Dátiles | Chiles y pimientos | Trigo | Maíz |
| Sorgo | Té | Avellanas | Pepinos | Caña de azúcar | Aceite de palma |
| Edamames | Jitomate | Mate | Cacahuates | Aguacates | Calabazas |
| Espinacas | Vainilla | Duraznos y nectarinas | Mangos | Garbanzos | Fresas |

# EL FUTURO DE LA ALIMENTACIÓN

## Tomar un muestra celular para obtener un filete es lo que promete la ciencia.

**Por José Manuel Valiñas**

Así como hubo alguna vez una carrera por fabricar la bomba atómica, y una competencia espacial para ver qué país mandaba primero una tripulación a la Luna, hoy estamos inmersos en la que quizá tenga mayores beneficios para la humanidad de todas las carreras científicas: la carrera por la alimentación del futuro.

Hoy por hoy, el hecho de alimentar a la población mundial está devastando al planeta. Según datos de la FAO, el 20% de los pastizales del mundo, y más del 70% de los que se encuentran en zonas secas, se han deteriorado por la cría de ganado, "una de las fuerzas impulsoras de la deforestación, que ocasiona la extinción de muchas especies animales y vegetales cada año".

"El agua dulce escasea cada vez más, y la ganadería supone casi la décima parte de la utilización de agua por el hombre en el mundo", afirma la agencia de la ONU para la alimentación. "El sector ganadero es probablemente la mayor causa de contaminación del agua, contribuyendo a generar 'zonas muertas' en las áreas costeras y al deterioro de los arrecifes de coral". Como ya vimos en el texto previo, gran parte de los gases de efecto invernadero provienen de la producción de carne.

Es por ello que muchos científicos en diversas partes del mundo están desarrollando la alimentación celular, capaz de producir alimentos cárnicos provenientes de células animales.

Se toma una muestra de un animal, sin dañarlo, y esas células se ponen a crecer en laboratorio, hasta que generen carne comestible. Células que incluso se pueden obtener de las plumas de las aves. Tan avanzada está la carrera científica, que la empresa Just, de San Francisco, ya tiene listos *nuggets* provenientes de células de pollo para inundar los restaurantes de EUA, excepto que le faltan los permisos regulatorios.

El primero en empezar con estas investigaciones fue el alemán Mark Post, profesor de fisiología vascular en la Universidad de Maastricht y padre de la alimentación celular. En 2013 presentó en Londres una hamburguesa hecha de carne cultivada, y para ello reunió a una serie de críticos gastronómicos. Una de ellas era Hanni Rüetzler, quien dio el bocado pero, al hacerlo, no pudo ocultar una cierta mueca, quizá por su idea de que estaba comiendo algo "artificial".

Una de las investigadoras que trabaja con Mark Post comentó al respecto: "Mucha gente puede considerar al inicio repulsiva la carne cultivada, pero si consideraran lo que está presente en la producción normal de la carne en un rastro, creo que encontrarían que también eso es repulsivo". Nada como ver videos de un rastro para bajar de peso.

Con la alimentación celular se acabarían los rastros, los mataderos de cochinos y las hacinadas granjas de pollos, y se eliminaría en gran parte el deterioro ambiental que supone la ganadería. Las células se podrían cultivar utilizando vegetales (las células tienen que "comer" algo para crecer en los laboratorios) obtenidos en invernaderos verticales y que utilicen energía geotérmica o solar al cien por ciento.

"Creo que la mayoría de la gente no se da cuenta de que la producción actual de carne está en su punto máximo y no va a ser suficiente para la demanda en los próximos 40 años, por lo que sin duda debemos encontrar una alternativa. Y esta puede ser una forma ética y ecológica de producir comida", explicó Marc Post.

Con apenas una muestra celular de un animal, hoy en día ya se pueden producir varios kilos de carne, y en el futuro

FOTOS: GETTY IMAGES

### ¿Y A QUÉ SABE LA CARNE CELULAR?

En cuanto a las hamburguesas celulares, es cierto que aún no se logra un sabor que se parezca completamente a la carne, pero eso con el tiempo no será un problema. Y en lo que respecta al pollo, la empresa Just, de San Francisco, ya ha logrado producir *nuggets* que saben exactamente igual a los normales. A la carne en general se le podría añadir grasa para que sea jugosa y más deleitable al gusto, y esa grasa también puede ser genéticamente diseñada para que contenga nutrientes (omega 3, por ejemplo) en lugar de toxinas. Eventualmente esa comida será más sabrosa que los sustitutos actuales de la carne, y mucho más económica.

podrían obtenerse incluso varias toneladas de una sola biopsia. Y los complejos laboratorios podrían ser sustituidos por biorreactores que cada familia o persona pueda tener en su casa, como tiene un horno de microondas. Incluso, en el futuro no se tendrían que hacer esas biopsias, sino que se pueden utilizar las células "inmortalizadas", que se seguirán reproduciendo en los laboratorios indefinidamente, según explicó la doctora Marianne Ellis, de la Universidad de Bath, en Inglaterra, encargada del proyecto de comida celular en ese país.

Los defensores de los derechos de los animales, que cada vez son más (sobre todo entre las nuevas generaciones), no tendrán objeción en que se generalice una alimentación así. La organización People for the Ethical Treatment of Animals (PETA) declaró recientemente: "La carne cultivada en laboratorio significará el final de camiones llenos de vacas y pollos maltratados, y de los mataderos y granjas industriales. Reducirá las emisiones de carbono, conservará agua y hará más seguro el suministro". Parece zanjada la cuestión, una vez que la tecnología avance lo suficiente y que los gobiernos otorguen los permisos.

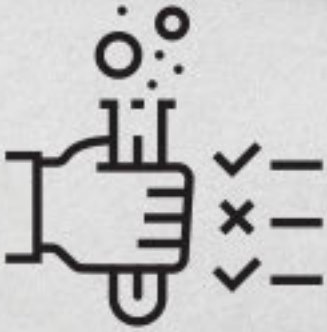
**50% del ganado mundial se halla en Brasil e India, donde los métodos de producción no se consideran sustentables.**

Lauri Reuter, un científico finlandés que trabaja con los últimos avances en tecnología alimentaria, afirma que "si no cambiamos nuestros hábitos, nos enfrentaremos a un futuro en el que no haya más comida. Hemos cruzado muchas líneas: el ciclo del nitrógeno, la biodiversidad (estamos en la sexta ola de extinción más grande de la historia del planeta) y el cambio climático, y quizá no haya vuelta atrás". Sostiene que las grandes extensiones de monocultivos son las responsables del peligroso empobrecimiento de la biodiversidad del planeta.

Con los nuevos paradigmas alimenticios, favorecidos por la tecnología, "podremos vivir en un mundo verde y alimentar a 11 mil millones de personas". Si separamos la producción de comida del medio ambiente, afirma, ya no vamos a necesitar a la Tierra para eso, con lo que la podremos "dejar en paz" para que siga reproduciendo su exuberante biodiversidad.

## ALIMENTACIÓN PERSONALIZADA

No sólo se le van a poder añadir nutrientes a la carne celular, y eliminar las toxinas (la asombrosa técnica de edición de ADN llamada CRISPR podrá hacer ese *copy-paste* de células buenas por malas), sino que, gracias a la inteligencia artificial, se podrá saber con exactitud, y sin costos elevados, qué es lo que necesita comer específicamente cada individuo, para que su organismo funcione a la perfección. Así, la comida será diseñada para cada persona, y las compañías enviarán a la casa de cada quien, por mensajería o dron, las células concretas que cada uno necesite cultivar en su biorreactor doméstico.



## NO A LAS PANDEMIAS

Además de todos los beneficios de la alimentación celular, se evitarán en su mayoría los riesgos de nuevas epidemias, como la gripe aviar, la influenza porcina, el SARS y recientemente el coronavirus, todas provocadas por la cría de animales para sacrificio, para la alimentación humana. Richard Parr, director gerente para Europa de The Good Food Institute, que busca soluciones para la alimentación, indica que la carne cultivada no sólo usará mucho menos tierra y agua, emitirá mucho menos dióxido de carbono y le ahorrará "a miles de millones de animales un inmenso dolor y sufrimiento", sino que además ayudará "a combatir la resistencia antimicrobiana y la contaminación de los alimentos".

**EL LLAMADO** vulgarmente "*copy-paste* genético" ha llegado para quedarse. Sus promesas en investigación básica, así como en el desarrollo de insólitas terapias contra males hoy incurables, son espectaculares.

ILUSTRACIÓN: FRANCESC ROIG

INVESTIGACIÓN

# PRODIGIOS DE LA ERA CRISPR

**Considerada un avance clave del siglo XXI, la tecnología CRISPR es una herramienta que alcanzó la madurez y aún se explora su inmenso potencial. Aquí su historia, logros e intentos de limar sus defectos.**

Por Joana Branco

Todo empezó en el congelador de un laboratorio anónimo perteneciente a la Universidad de Alicante, en España. Corría el caluroso verano de 1993 cuando el microbiólogo Francisco Juan Martínez Mojica analizaba con paciencia el material genético de la arquea *Haloferax mediterranei*, un microorganismo unicelular recogido "Dios sabe cuándo" —según sus palabras— en las salinas alicantinas de Santa Pola, en la costa sureste de España. Muy pronto se dio cuenta de que aquellas muestras congeladas tenían unas características muy peculiares. En el genoma de la arquea aparecían a intervalos regulares secuencias repetidas de nucleótidos, los ladrillos moleculares que forman el ADN y el ARN.

**Eran buenos tiempos para quienes se dedicaban a estudiar las peculiaridades de los genomas.** Apenas dos años después de que Mojica descubriera esos inexplicables patrones se obtuvo el primer libro de instrucciones genético completo de un organismo. Y en los años posteriores se fueron acumulando secuenciaciones tanto de bacterias como de arqueas, ambos microbios sin núcleo pero con características diferenciadas.

Gracias al nuevo cúmulo de información, Mojica logró investigar si las reiteraciones que había encontrado en la *Haloferax mediterranei* —un microbio halófilo, es decir, que prolifera en ambientes muy salinos— también las presentaban otras especies. Para gran sorpresa suya, no tardó en ratificarlo.

**HOY SE PUEDEN** adquirir kits de esta tecnología por internet a precios muy asequibles.

# La edición genética existe desde los años 70, pero hasta la aparición de la nueva técnica los resultados eran decepcionantes.

Las desde entonces bautizadas como "repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas" —o CRISPR, por sus siglas en inglés— y las secuencias de espaciadores (la información genética encontrada en los espacios que median entre dichas reiteraciones) empezaron a funcionar como herramientas para identificar cepas de bacterias, un proceso que es conocido como espoligotipado; pero a Mojica no le bastaba con esto. "Intuí que debían cumplir una función importante, porque muchas células morían cuando las manipulábamos", ha comentado al periódico español *El Confidencial*.

En la búsqueda de respuestas, regresó a las bases de datos. Fue un trabajo de años que acabó dando sus frutos. "Por fin encontramos una secuencia espaciadora en una cepa de la bacteria *Escherichia coli* idéntica a la de una secuencia de un virus bacteriófago que infecta a distintas cepas de dicho microbio. Para comprobar que no era algo fortuito, localicé e hice comparaciones de los espaciadores presentes en los genomas de todos los procariotas [microorganismos sin núcleo] donde fuimos capaces de detectar regiones CRISPR... *Et voilà!*, encontramos otras coincidencias".

Ocurrió en 2003, una década después de haber descubierto las secuencias de CRISPR. Por fin, Mojica cayó en la cuenta de lo que estaba viendo: cuando las bacterias poseían secuencias espaciadoras idénticas a fragmentos del genoma de determinados virus, estos agentes patógenos no aparecían en los microbios. O sea, se habían vuelto inmunes a su infección. Mojica acababa de descubrir un sistema defensivo primitivo, adaptativo y, además, hecho de base genética; una especie de autovacuna que protege a las bacterias frente a los ataques víricos. Y a diferencia de nuestro sistema inmunitario, que debe ser educado para brindar una protección efectiva, es heredable.

**Sin embargo, como suele pasar cuando hablamos de cambios drásticos de paradigma, el microbiólogo alicantino** sufrió lo suyo para ver sus hallazgos publicados. Las revistas de mayor impacto rechazaron el manuscrito hasta que, en 2005, la menos conocida *Journal of Molecular Evolution* aceptó difundir el artículo luego de un prolongado proceso de revisión. Dos años después, los científicos de una empresa productora de yogures danesa llamada Danisco proporcionaron la confirmación empírica de que tales conclusiones sí estaban en lo correcto.

Como resume magistralmente Lluís Montoliu, investigador del CSIC, en su libro *Editando genes: recorta, pega y colorea*, "los sistemas CRISPR están formados por largas filas de secuencias repetitivas, intercaladas por espaciadores que representan fragmentos de genomas de virus o de plásmidos [pequeña molécula de ADN circular] que han atacado con anterioridad el microorganismo. Esas secuencias y espaciadores se transcriben; esto es, se copian y se convierten en moléculas de ARN que permanecen dentro de

FOTO: GETTY IMAGES

**EL ANTES Y DESPUÉS EN BIOMEDICINA**

En 2012, las bioquímicas Jennifer Doudna (arriba) y Emmanuelle Charpentier crearon la tecnología CRISPR/Cas9, hoy de uso generalizado en múltiples investigaciones, como la lucha contra la resistencia de las bacterias a los antibióticos (izquierda).

la bacteria a la espera de encontrar la secuencia de ADN homóloga con la cual aparearse.

**Cuando el mismo virus infecta otra vez a la bacteria,** esta reconoce de inmediato la nueva infección al aparearse la pequeña molécula de ARN con su correspondiente secuencia complementaria del virus invasor. La unión tiene lugar gracias a una proteína, la Cas —acrónimo del inglés *CRISPR associated protein*—, que es capaz de presentar el ARN a su ADN complementario. Al completarse el apareamiento, el microbio interpreta que el mismo virus quiere volver a entrar. Entonces, la proteína Cas activa su cometido de endonucleasa, una enzima que corta el ADN internamente en posiciones muy precisas. Estas secciones en la doble cadena del ADN viral provocan su degradación y descomposición.

A lo mejor te preguntas: "¿Pero cómo me afecta a mí?". No fue sino hasta el verano de 2012 que esta información recorrió el tortuoso camino que conduce de la investigación básica a la aplicada. Desde las páginas de la revista *Science*, un artículo que quedará para siempre en los anales de la historia de la ciencia informó a la comunidad científica del increíble potencial que tenía ese mecanismo de corte selectivo de ADN.

Firmado por las investigadoras Jennifer Doudna, bióloga molecular de la Universidad de California en Berkeley (EUA), y Emmanuelle Charpentier, actual directora del Instituto Max Planck de Biología Infecciosa en Berlín (Alemania), el artículo proponía por primera vez el uso de los componentes del sistema CRISPR —en este caso, procedente de la bacteria *Streptococcus pyogenes*— como una herramienta para la edición genética. Es lo que más tarde vino a llamarse "*copy-paste* genético", o también "tijeras moleculares".

FOTO: GETTY IMAGES; ILUSTRACIONES: CARLOS AGUILERA

# HITOS DE LA CRISPRREVOLUCIÓN

**Aquí te explicamos seis de las aplicaciones hoy por hoy más prometedoras del *copy-paste* genético, aunque todavía hay que refinar su eficacia y, en algunos casos, superar barreras legales que impiden su plena implantación.**

## 1. Munición contra las bacterias multirresistentes

La ineficacia de los antibióticos es un problema monumental al que tarde o temprano tendremos que enfrentarnos con seriedad: por culpa de un uso incorrecto y demasiado extendido de fármacos bactericidas se nos acaban las armas para combatir las infecciones. Es una lucha que libramos desde el siglo pasado y que, en la actualidad, estamos perdiendo.

La mayor parte de las resistencias conocidas a los antibióticos se encuentran en plásmidos, unas moléculas de ADN circulares —independientes del genoma principal— que las bacterias comparten entre ellas con facilidad. Y aquí podría entrar en escena la tecnología CRISPR para hacer posible una de las siguientes dos cosas: cortar los citados plásmidos o eliminar en los agentes patógenos el material genético que comparten con sus enemigos, los virus bacteriófagos. En el segundo caso, se podrían utilizar esos diminutos microorganismos como arma, ya que la bacteria quedaría indefensa ante sus ataques.

## 2. ¿Una cura para el cáncer?

Desde 2016, científicos chinos evalúan la viabilidad de una técnica novedosa para ayudar al organismo a combatir los tumores. Los expertos trabajan con pacientes en los que han fracasado todas las terapias convencionales: les extraen linfocitos —los glóbulos blancos que destruyen células tumorales— e inactivan en esas células inmunitarias, mediante herramientas CRISPR, el gen PD-1, responsable de atenuar la respuesta inmunitaria. Su idea es reintroducir los linfocitos alterados en el cuerpo del paciente, que previamente recibe radiación para eliminar los glóbulos blancos no editados. Así se pretende desatar una respuesta inmunitaria a la carta contra las células malignas.

FOTO: LUHAN YANG / PHOTOSHOT

# Si tecleamos en un buscador de internet “CRISPR”, aparecerán más resultados que con palabras como “Ronaldo” o “Messi”.

**El deseo de manipular y modificar el genoma nos acompaña desde que existen los estudios sobre genética.** A partir de los años 70, los científicos activan y desactivan genes de manera experimental, pero a pesar de las promesas terapéuticas que han acompañado siempre los descubrimientos en este campo, el historial de éxitos era decepcionante… hasta que llegó CRISPR/Cas9, como se conoce al sistema presentado por Doudna y Charpentier.

Esta técnica, la cuarta en una serie de métodos basados en la acción de las enzimas nucleasas, constituyó un verdadero salto cualitativo. Mientras que para trabajar con las TALEN (las herramientas predecesoras) se necesitaba casi un centenar de reactivos —compuestos químicos que producen reacciones—, para las CRISPR basta con dos. Experimentos que llegaban a costar 5,000 euros —con pobres resultados, además— pueden ahora llevarse a cabo por menos de 60 euros. Por añadidura, la técnica de cortar-pegar permite manipular con facilidad cualquier región del genoma e incluso varias zonas a la vez.

**Hoy en día, si tecleamos “CRISPR” en un buscador de internet** aparecerán más de 100 millones de resultados. “Supera a Leo Messi —65.3 millones de entradas— y Cristiano Ronaldo —74 millones—”, reconoce con asombro en su libro Montoliu. Según el informe *Global CRISPR/Cas9 Market Outlook 2022*, se estima que el mercado global relacionado con la nueva tecnología superará dentro de tres años los 1,500 millones de dólares.

Miles de artículos científicos se han publicado al respecto y, como defiende Montoliu en sus conferencias, “el límite de las aplicaciones está en la imaginación de los investigadores”. El experto recuerda, por ejemplo, un espectacular experimento que desarrolló el equipo de George Church, de la Universidad de Harvard (EUA), en 2017. Church codificó los datos de cuatro imágenes estáticas y cinco fotogramas de una película en el material genético de una bacteria, y asignó cuatro tonalidades de gris a cada una de las letras que componen el código genético: adenina (A), citosina (C), timina (T) y guanina (G). Una vez almacenadas en el ADN microbiano, las imágenes pueden ser recuperadas mediante una simple secuenciación del genoma.

En resumen: con la CRISPR/Cas9 es posible inactivar, modificar o eliminar un gen o corregir una mutación gracias a que las proteínas Cas realizan cortes en la doble cadena de ADN con una precisión nunca antes vista. Pero existe un problema importante: las roturas en las hebras de ADN son, para las células, acontecimientos traumáticos que en pocas ocasiones pueden repararse sin originar daños permanentes. Cabe recordarse justo en este punto que, en esencia, el mecanismo CRISPR está diseñado para aniquilar a los agentes patógenos sin contemplación de ningún tipo.

Aunque todas las células están equipadas con sistemas para restaurar la integridad del material genético afectado por una agresión, sus habilidades no son tan eficaces como nos gustaría, y muchas veces dan paso a mutaciones.

**ANIMALES DE DISEÑO PARA MEJORAR LA SALUD**

A la izquierda, primeros cerdos CRISPR libres de virus patógenos: el objetivo es que sus órganos puedan trasplantarse en humanos. Arriba, Anthony James, biólogo que ha creado con la misma técnica mosquitos incapaces de transmitir la malaria.

Esto está muy bien si nuestro objetivo es inactivar un gen o destruir a un agresor, como quieren las bacterias, mientras que si lo que deseamos es jugar a nuestro antojo con el genoma, el asunto se complica. Para atajar esta limitación, los científicos añaden al ARN guía otra secuencia cuyas puntas se corresponden con las que se originarían tras el corte. Así, el añadido sirve de molde para la reparación de la doble cadena de ADN y hay más posibilidades de que los científicos integren la nueva información en la célula.

El truco es que la ruta alternativa de reparación resulta bastante más difícil de activar que la normal, es decir, la introducción y eliminación de nucleótidos a lo loco hasta dar con una combinación capaz de cerrar la fractura en la molécula de ADN. Este método, aunque eficaz, es cualquier cosa menos preciso, y además carece de memoria: aunque haya una fractura similar en distintas células, la información no se comparte. Como consecuencia, la reparación se hace de forma distinta en cada uno de los casos. Este hecho da origen, por ejemplo, a los denominados ratones mosaico, con células cuyos genomas presentan diferencias debidas a las variadas soluciones ejecutadas por los mecanismos de reparación.

**La lista de contraindicaciones no acaba aquí.** La CRISPR/Cas9 también cuenta con defectos propios —no achacables a los mecanismos de cicatrización celular— que provocan lo que se conoce como mutaciones *off-target*, traducible como "fuera del blanco".

Aunque la enzima endonucleasa Cas9 corta preferentemente en los sitios donde encajan al cien por ciento la guía de ARN y el gen que se quiere editar, existen en el genoma otras secuencias cuyas diferencias en relación con dicha guía son mínimas y que, muchas veces, también acaban sufriendo una mordida.

FOTO: GETTY IMAGES

## 3. Medicina personalizada

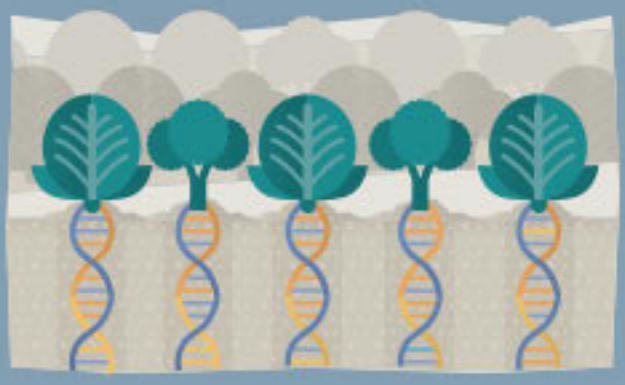
El uso de ratones mutantes para estudiar enfermedades que padecen personas es algo que se lleva haciendo desde los albores de la edición genética. Y aunque esos animales de laboratorio han sido muy útiles a la hora de descubrir la función de determinados genes y las implicaciones de su funcionamiento anómalo, muchas veces no producían resultados aplicables a la practica clínica, es decir, con humanos.

Hasta que surgieron las herramientas CRISPR. Ahora ya es posible recrear las mutaciones exactas que padecen los pacientes. Así, gracias a lo que se conoce como ratones avatar, se pueden validar la seguridad y eficacia de distintos tratamientos antes de ser administrados.

Cabe resaltar que esta medicina personalizada lleva la marca España, ya que los animales fueron desarrollados por un grupo de científicos que lideró Lluís Montoliu en el Centro de Investigación Biomédica en Red en Enfermedades Raras (CIBERER), con sede en Madrid.

## 4. Del laboratorio al plato

Desde que, en 2013, científicos chinos probaron la edición genética con CRISPR en plantas, el número y variedad de especies editadas no ha parado de crecer. Champiñones que no ennegrecen al ser cortados en láminas o coliflores con sabor potenciado son algunos de los resultados de la irrupción de las tijeras moleculares en los laboratorios de biotecnología vegetal. Mientras que los primeros ya están a la venta en Estados Unidos, las segundas podían ser consumidas en Suecia hasta que el Tribunal de Justicia de la UE falló que estos alimentos modificados deben considerarse como cualquier otro organismo transgénico y seguir la misma directiva. Una decisión que, sin duda, afectará al desarrollo del sector.



# Un biólogo ruso anunció en fechas recientes que pretende desactivar en un embrión humano un gen vinculado a la sordera.

Para superar el problema, los científicos juegan con la cantidad de intervenciones y el tiempo dedicado a ellas. Si limitan ambos factores a la hora de actuar, se puede afinar la precisión y disminuir la probabilidad de que existan mutaciones *off-target*.

Todos estos obstáculos no impiden que las CRISPR sean revolucionarias y hayan permitido, por ejemplo, crear con rapidez ratones editados genéticamente. Si antes se tardaba entre 12 y 18 meses en desarrollar un único ejemplar mutante, el laboratorio de Rudolf Jaenisch, en el Instituto Whitehead para la Investigación Biomédica (EUA), redujo ese plazo a entre cuatro y seis meses gracias a CRISPR. Y, por si fuera poco, lograron introducir varias mutaciones de forma simultánea.

Como Montoliu cuenta en su libro, "hoy en día, mutar un gen de ratón se ha convertido en una técnica trivial, rutinaria, al alcance de cualquier laboratorio mínimamente equipado con técnicas de biología y embriología molecular [...] Todo lo que ha venido después ha sido un torrente de información; miles de publicaciones que refieren el éxito de las herramientas CRISPR para editar genomas de prácticamente cualquier organismo imaginable".

**¿Y qué pasa con los humanos? Aquí entramos en terreno pantanoso.** Comparado con las herramientas anteriores, el sistema CRISPR/Cas9 ha logrado aumentar el porcentaje de moléculas de ADN reparadas correctamente de 5 a 30%, pero un riesgo de 70% sigue siendo inaceptable. No parece suficiente obstáculo. Según explica Montoliu, "desde el momento en que las tecnologías CRISPR se convirtieron en realidad, la posibilidad de editar el genoma en embriones humanos y, con ello, influir sobre su desarrollo y características finales, era demasiado tentadora". Que ocurriera era, pues, una simple cuestión de tiempo.

Y así fue. El 18 de abril de 2015, científicos chinos publicaron, en la revista *Protein & Cell*, el primer estudio que documentaba ese tipo de intervención. Los biólogos utilizaron sobrantes de protocolos de reproducción asistida que, además, eran triplonucleares; es decir, resultaban de la fecundación de un óvulo por dos espermatozoides. Se trataba de embriones inviables que nunca podrían dar origen a una persona.

Después de eso sólo hubo que esperar a que estallara la bomba. A finales de 2018, el científico también chino He Jiankui reveló que había utilizado CRISPR para editar embriones humanos que, posteriormente, había implantado en una mujer. De esa gestación habían nacido dos gemelas... y el escándalo fue mayúsculo.

**Hoy en día queda mucho por explicar.** Jiankui habló de sus experimentos a través de videos en su propio canal de YouTube y en una presentación en la Segunda Cumbre Internacional de Edición Genética Humana, y luego no se supo más de él. Sus resultados no se han publicado y, hasta la fecha, nadie ha podido evaluar si en

FOTO: SLP

**EL INQUIETANTE CASO DE LAS SUPERBEBÉS**

Hace un año, el científico chino He Jiankui agitó las aguas de la comunidad científica al anunciar que había manipulado con CRISPR los embriones de dos niñas gemelas, algo prohibido en casi todo el mundo y con riesgos no calculados todavía.

realidad hizo lo que señaló haber hecho. El gobierno del país asiático afirma estar investigando el caso.

Según las explicaciones de Jiankui, su objetivo fue inactivar el gen CCR5, que dirige la síntesis de la proteína que actúa como puerta de entrada del virus del sida (VIH) en los linfocitos, ya que el padre de las gemelas era seropositivo. No sabemos si lo logró ni si generó otras alteraciones genéticas indeseadas en los bebés, pero la comunidad científica en bloque ha criticado con dureza que se haya realizado semejante experimento. Algunos expertos hablan, y con razón, de que se ha abierto una caja de Pandora. Prueba de ello es que un biólogo ruso, Denis Rebrikov, se propone ahora reproducir los experimentos del científico chino e intentar eliminar en un embrión del gen GJB2, relacionado con la sordera.

En España, firmante del Convenio de Asturias que prohíbe explícitamente incluir modificaciones genéticas en el genoma humano trasladables a la descendencia, llevar a cabo un experimento de este tipo sería en absoluto ilegal. Además, teniendo en cuenta el desarrollo actual de la técnica, no es difícil llegar a la conclusión de que tales intervenciones serían prematuras y del todo inseguras.

**Hace falta mucha más investigación básica para empezar a soñar** con una terapia génica germinal fiable. Si se habla de terapia somática —cuyos cambios en el ADN no se heredan—, ya es otro cantar. Montoliu, especialista en enfermedades raras, afirma que existen millones de pacientes afectados con este tipo de dolencias congénitas que han puesto todas sus esperanzas en la CRISPR. Las intervenciones realizadas en sus genomas no pasarían a sus descendientes, estarían dentro de los parámetros legales y podrían

FOTO: GETTY IMAGES

## 5. Revolución en la granja

La obtención de animales con características especiales ha sido una realidad desde los comienzos de la ganadería. Sin embargo, en vez de recurrir a las herramientas de genética tradicional —es decir, mediante cruces entre ejemplares que presentaban los rasgos que queríamos obtener—, ahora es posible alterar cualquier gen de vacas, cerdos, ovejas o cabras. Así se consiguen individuos más resistentes a las enfermedades, con modificaciones que afectan su bienestar (por ejemplo, vacas sin cuernos) o que incrementan su valor productivo.
Este último es el caso de las ovejas que, además de producir lana, desarrollan una musculatura adicional que permite aprovechar su magra y muy sabrosa carne.

## 6. El antimosquitos definitivo

La CRISPR permite llevar a cabo proyectos de impulso genético, técnica en la que un gen modificado se hereda con una probabilidad casi de 100%. Esta peculiaridad permite, por ejemplo, modificar o aniquilar poblaciones enteras en apenas unas cuantas generaciones, lo que podría resultar muy útil en la lucha contra los mosquitos transmisores de la malaria, el dengue y otros padecimientos. Acabar de una vez por todas con las dolencias transmitidas por insectos es un objetivo muy tentador. Sin embargo, tal como argumentaba un artículo publicado en la revista *Science* en el año 2017, dichos experimentos también podrían brindar al mundo una técnica que podría ser usada con fines terroristas.

mejorar significativamente la calidad de vida de quienes, por ahora, no tienen esperanza de cura.

La mejora de la eficacia y la seguridad de estos tratamientos debe ser, por tanto, la prioridad. Con cada vez más científicos dedicados a la búsqueda de nuevos sistemas CRISPR —usando proteínas que no impongan las limitaciones de Cas9—, o a modificar al sistema que ya conocemos, seguro que más pronto que tarde atestiguaremos grandes avances.

De todas las propuestas existentes hasta la fecha, las más promisoras han salido del mismo sitio: el Instituto Broad, un centro mixto de la Universidad de Harvard y el MIT. La primera, conocida como *base editing* —"edición de bases"—, se parece a una "cirugía química de precisión", según declaró el director de la investigación, David Liu, a *Nature*. Permite, al usar una proteína Cas9 desactivada, sustituir letras aisladas del código genético sin cortar la doble hélice de ADN. Esto supone una ventaja enorme, ya que no se encienden los mecanismos de reparación de la célula, lo que disminuye notablemente los errores.

**Por aquel entonces, *Nature* auguraba que "la capacidad de alterar bases únicas** significa que los investigadores pueden ahora intentar corregir más de la mitad de todas las enfermedades genéticas humanas".

## Muchos científicos buscan nuevos sistemas CRISPR o perfeccionar el ya existente.

Sin embargo, las ilusiones se vinieron abajo cuando fue verificado que estos editores también causan numerosas mutaciones *off-target*.

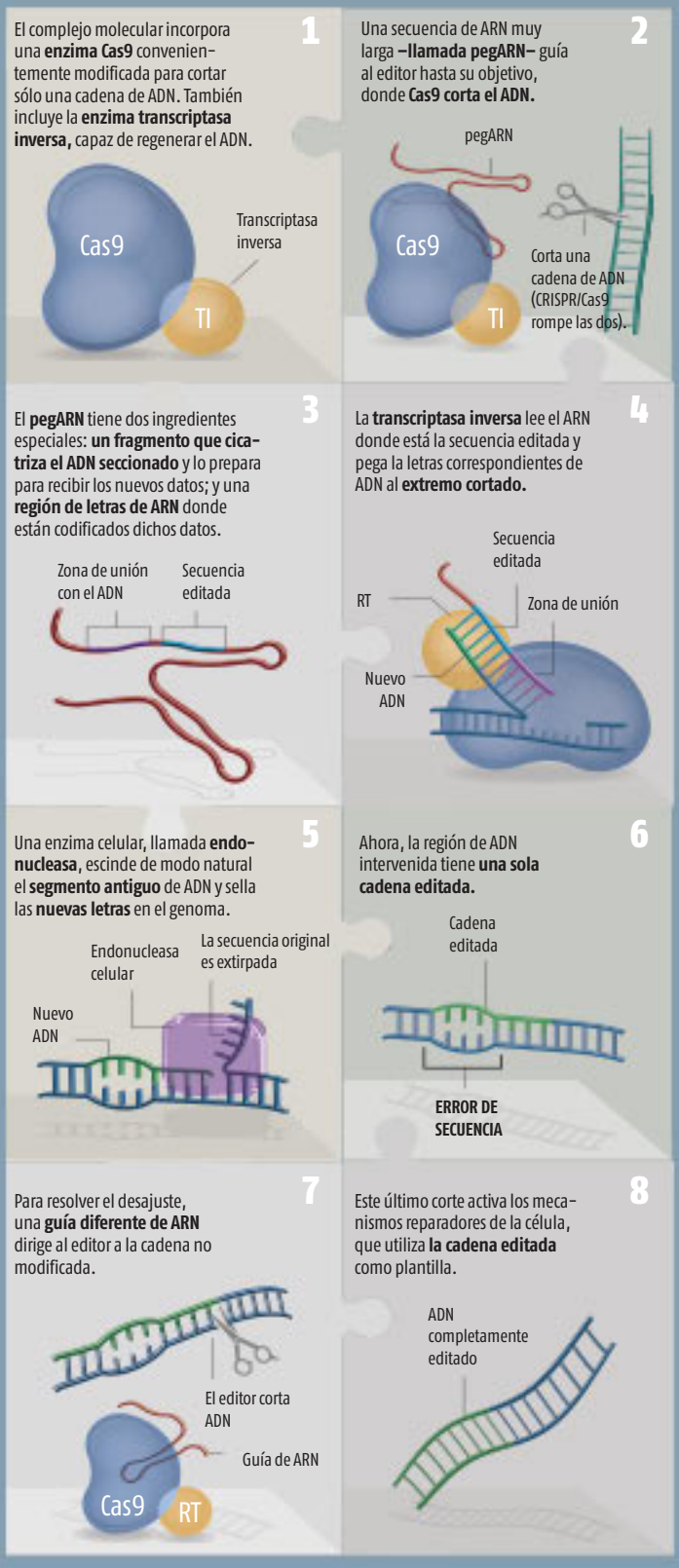
En fechas más recientes, el pasado 21 de octubre, el mismo grupo de expertos presentó la tecnología *prime editing* —"edición de calidad"—, que promete, a decir de sus autores, la posibilidad de reparar hasta 89% de las 75,000 variantes genéticas humanas asociadas a enfermedades heredables.

El *prime editing* hace uso de una proteína Cas9 especial, alterada en laboratorio, capaz de seccionar una sola de las cadenas de la doble hélice de ADN. Con este "cortapega prémium", el equipo liderado por Liu realizó 175 experimentos en células humanas y logró corregir las causas genéticas de trastornos tan distintos como la fibrosis quística, la anemia falciforme y la enfermedad de Tay-Sachs. "Si CRISPR/Cas9 funciona como unas tijeras moleculares y los editores de base como lápices, entonces podemos pensar en los editores de calidad como procesadores de texto", explicó Liu en una rueda de prensa.

Mientras que la CRISPR se basa en una enzima capaz de cortar el ADN y un trozo de ARN guía que define el sitio donde intervenir, esta nueva tecnología funciona de

## *PRIME EDITING*: ¿LA FASE SUPERIOR DEL CRISPR/CAS9?

**Anunciada en octubre de 2019, esta nueva técnica de edición genética, basada también en la enzima Cas9, podría solventar muchas de las imprecisiones que posee el sistema utilizado ahora.**




INFOGRAFÍA: CARLOS AGUILERA / FUENTE: BROAD INSTITUTE-MIT

# "Con el CRISPR se intenta humanizar órganos de cerdo para trasplantarlos a personas"

**DOCTOR** en Biotecnología, Marc Güell i Cargol empezó a trabajar con la técnica CRISPR en 2013.

**Marc Güell i Cargol (Gerona, 1982) es, en la actualidad, profesor del Departamento de Ciencias Experimentales y de la Salud en la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. En 2013 participó en los primeros trabajos que demostraron que la CRISPR permitía editar el genoma de células de mamíferos.**

**–¿Cuándo fue la primera vez que oíste hablar de las herramientas CRISPR?**

Muy pronto. Yo estaba trabajando para el laboratorio de George Church, en la Universidad de Harvard, cuando mi compañero Prashant Mali tuvo noticias de que el sistema CRISPR/Cas9 se había usado para cortar ADN. Entonces tuvo un momento de inspiración y pensó que esto podía servir para editar el genoma humano. ¡Le funcionó a la primera! Los resultados se publicaron en la revista *Science* y tuvieron gran repercusión.

**–Más tarde te dedicaste al tema de los xenotrasplantes, o sea, al uso de órganos animales (normalmente cerdos) en humanos. ¿Por qué?**

Poco después de que aparecieran las CRISPR ya sabíamos que contábamos con una herramienta poderosísima. Entonces pensamos que en donde podíamos cosechar mucho más impacto era en una intervención que precisara numerosos cambios genéticos, como es el caso de los xenotrasplantes. Se trata de solucionar el problema médico tal vez más grave que existe en la actualidad: el de la falta de órganos para trasplantes.

**– ¿A qué limitaciones te enfrentas?**

Muchas razones impiden que hoy podamos usar riñones de cerdo en personas, como la presencia de virus endógenos susceptibles de infectar al ser humano. Otra razón importante es la falta de compatibilidad: debemos humanizar el genoma del donante para que no haya rechazo inmunológico y fluya adecuadamente la sangre.

**–¿Trabajaste entonces en el ámbito de estos dos cambios mencionados?**

Sí. Básicamente nosotros comenzamos a emplear CRISPR/Cas9 con ese doble fin. Lo primero que hicimos fue centrarnos en la eliminación de los virus, una labor compleja puesto que existen decenas de variedades.

**–¿Y lo lograste?**

Sí. Primero lo conseguimos con células, en 2015, y luego lo ampliamos a animales completos en 2017. De manera paralela hemos seguido sustituyendo genes específicos del cerdo por otros humanos, casi todos vinculados al sistema inmuneitario y la coagulación de la sangre. Ya existen las versiones de cerdo que se están probando en primates, pero todavía no hay ningún ensayo clínico programado.

**–¿Y por qué riñones y no otros órganos?**

Por complejidad. Por ejemplo, el hígado realiza unas 600 funciones metabólicas, pero el riñón es un órgano mucho más sencillo; puede funcionar casi igual, sin ningún déficit fisiológico, en un primate.

**–¿Cuántos años crees que quedan hasta que podamos utilizar riñones de cerdo en humanos?**

Es muy difícil hacer predicciones de tiempo, pero puedo decir una cosa: ahora mismo hay científicos que obtienen resultados espectaculares, y no sólo te hablo de nosotros, sino equipos que trabajan en Europa, Asia y Estados Unidos. En órganos como el riñón, hemos pasado de que funcionen días a semanas, y ahora ya hablamos en términos de años. Se ha producido un crecimiento exponencial. No me sorprendería mucho que en los próximos años veamos ensayos clínicos.

**–¿Continúas trabajando en esa misma línea de investigación?**

Desde 2017, cuando me mudé a Barcelona, sigo aplicando la ingeniería genética, pero con otros fines. La ocupación principal de mi laboratorio es la terapia génica y la genética del microbioma.

un modo más complejo. Combina la actividad de corte de la Cas9 con otra proteína, llamada transcriptasa inversa, que convierte el ARN en ADN. Además, la guía de ARN también es un tanto distinta, ya que además de incluir la información necesaria para el corte, contiene las instrucciones para realizar la propia edición genética.

**Cuando encuentra el sitio donde debe seccionar, la enzima de este sistema actúa nada más sobre una de las cadenas de ADN.** En ese hueco, la transcriptasa inversa añadirá, letra por letra, la edición deseada. Terminado este proceso, la maquinaria celular retira la secuencia original y la edición pasa entonces a integrar el material genético, lo cual evitaría muchas de las mutaciones que se detectan cuando se emplea CRISPR/Cas9. Por ahora, el mayor problema es el tamaño: la maquinaria molecular necesaria resulta bastante más voluminosa y compleja que aquella involucrada en CRISPR/Cas9 y, por tal motivo, más difícil de hacer llegar hasta el interior de las células correctas.

"Se necesita mucha más investigación en una amplia variedad de tipos celulares y organismos para entender mejor el *prime editing* y perfeccionarlo", reconoció el equipo de Liu en la publicación de su trabajo en la citada revista *Nature*. Montoliu, en declaraciones al periódico *El País*, se ha mostrado también bastante cauteloso, explicando que otros grupos de científicos deben ahora poner a prueba la nueva herramienta. Sólo eso "nos revelará si este procedimiento innovador para editar genomas va a tener posibilidades y recorrido terapéutico, o si se quedará como una más de las decenas de propuestas con variantes alternativas de CRISPR que conocemos cada semana", concluyó el experto. El tiempo lo dirá... MI

FOTO: CORTESÍA: MARC GÜELL I CARGOLL

FULL HD, 4K, 8K...

# ¿DÓNDE ESTÁ EL LÍMITE?

FOTO: GETTY IMAGES

A todos nos gustaría tener una pantalla enorme para disfrutar de una buena película o serie, pero la resolución que debe tener depende de la distancia a la que vayamos a verla. El ojo humano, después de todo, tiene sus limitaciones.

Por Ángel Jiménez de Luis

**EN LA ÚLTIMA** feria tecnológica CES, celebrada en Las Vegas, LG montó la instalación Massive Curve of Nature, compuesta por 250 paneles curvos de 55 pulgadas cada uno.

El ojo humano tiene entre seis y siete millones de conos, unas células que, en esencia, son las responsables de que apreciemos los colores. Además, posee más de 100 millones de bastones, unos fotorreceptores muy sensibles a la luz que se encargan de que podamos ver cuando hay poca luz. Si pensamos en nuestros órganos visuales en los mismos términos que hacemos con las cámaras digitales y asumimos que cada una de esas células se corresponde con un pixel, encontraríamos que la visión humana tiene una resolución aproximada de 105 megapixeles. Lo que no está nada mal. Pero la realidad es mucho más compleja.

Los conos y bastones no se distribuyen por igual ni presentan una disposición uniforme en la retina. Por ejemplo, tenemos más de los primeros destinados a capturar las longitudes de onda del rojo y el verde que la del azul. Además, nuestros ojos se mueven constantemente para darnos la mayor información posible del entorno. Es más, nuestro cerebro no capta una imagen fija, sino una en constante evolución, construida a partir de los impulsos nerviosos que disparan estos fotorreceptores y que siempre está actualizándose. Por si fuera poco, existen puntos muertos en el campo de visión y otras áreas en las que somos capaces de percibir un mayor detalle. El cálculo, por lo tanto, se complica.

Un estudio impulsado por el científico planetario Roger Clark mostró que, para efectos prácticos, la resolución del ojo humano se aproxima a los 576 millones de pixeles. No obstante, esos "efectos prácticos" suponen todo un problema cuando nos referimos a la agudeza visual. En realidad, esta se suele medir en minutos y segundos de arco, no en pixeles o puntos, pues al final, de lo que se trata es de determinar el tamaño mínimo que debe tener un objeto para que podamos distinguirlo a una distancia determinada. La realidad no es plana como la pantalla del celular, sino tridimensional; y no es lo mismo contemplar una canica a un metro que a diez.

La capacidad teórica del ojo humano, basada en el número de receptores distribuidos en su superficie, es de unos 48 segundos de arco. Algo que sea más pequeño que esa medida no puede detectarse. De hecho, dado que la forma de nuestro órgano visual no es perfecta y se producen todo tipo de aberraciones, lo habitual es que la agudeza visual sea de un minuto o minuto y medio de arco en el ángulo de visión, que suele ser de 180 grados en el plano horizontal y 130 en el vertical. Es de aquí de donde se obtiene esa cifra de 576 millones de pixeles. No es exacta –cada uno presentamos peculiaridades propias–, aunque es un buen promedio.

## ¿Qué tan definido lo quieres?

Es posible que te preguntes a qué vienen todos estos cálculos y si tienen interés fuera de la consulta del oftalmólogo, pero en la industria de la electrónica de consumo el funcionamiento de la visión es un asunto básico, más si se tiene en cuenta el frecuente aumento de las resoluciones de las pantallas. La cuestión es: ¿hasta qué punto somos capaces de ver? Dicho de otro modo: ¿tiene sentido poner más pixeles en un dispositivo que vamos instalar a varios metros?

**LA EXPOSICIÓN** "Leonardo: Experimenta una obra maestra", que albergó la Galería Nacional de Londres hasta mediados de enero, mostró *La Virgen de las Rocas* enmarcada en un retablo imaginario. En el futuro podrá desplegarse una pantalla en cualquier superficie con una resolución que la hará indistinguible de la realidad.

FOTO: REUTERS

En las grandes superficies y comercios especializados ya se pueden ver algunos de los primeros televisores 8K del mercado. Tal número hace referencia al tamaño horizontal de la imagen y significa que sus pantallas cuentan con 33 millones de pixeles. En la relación de aspecto 16:9, la que presenta la mayoría de las teles, eso se traduce en una resolución de 7,680 x 4,320 pixeles: dieciséis veces más de la que tiene una pantalla Full HD y ocho veces más que la de una 4K.

Muchos se preguntan si gastar en uno de estos aparatos vale la pena; sobre todo si consideramos que apenas hay contenidos creados en específico para sus capacidades y que estas televisiones, por lo general, se limitan a adecuar las imágenes Full HD o 4K hasta su máxima resolución. Pues bien, la respuesta se encuentra justo en la citada relación entre la distancia a la que está un objeto y la capacidad de nuestros ojos para distinguirlo.

## Más grande para apantallar

Conforme los precios de las pantallas planas han ido descendiendo, algo sobre todo notable en la última década, muchos consumidores han optado por apuntarse a lo de "caballo grande, ande o no ande" y han ido adquiriendo aparatos de mayor tamaño para sus hogares.

Hace 10 años, la mayoría de las pantallas que podían encontrarse en las casas eran de 38 o 42 pulgadas. Hoy, muchas ya son de 55 y en aumento.

Una pantalla más grande situada a la misma distancia implica una mayor facilidad para distinguir los puntos que conforman la imagen. A 10 metros, da igual que un televisor sea Full HD o 4K. Nuestros ojos no son capaces de percibir la diferencia, pero si estamos a unos 2 metros de una pantalla de 55 pulgadas, el salto de Full HD a 4K empieza a ser perceptible para buena parte de la población. La imagen es claramente más nítida.

¿Qué pasará cuando las pantallas de 75 o 85 pulgadas empiecen a ser lo suficientemente baratas como para que se cuelen en los hogares? Entonces, incluso la resolución 4K se quedará corta. El estándar 8K será el preferido. El paso de uno a otro es inevitable, pero los primeros televisores con esa mayor resolución sólo estarán disponibles en pantallas de gran tamaño.

Hay quien piensa que es un poco excesivo, pero ello no ha impedido que algunos de los gigantes del sector, como en los casos de Samsung, LG y Sony, trabajen en tecnologías que en un futuro cercano permitirán transformar toda una pared en un gran panel. Sony, por ejemplo, ya ha empezado a considerar el estándar 16K, una resolución que empleará más de 130 millones de pixeles.

## Las pantallas que llevamos todo el tiempo

Esta obsesión con la resolución y el tamaño también ha llegado a nuestros bolsillos, en parte por culpa de Apple y su tecnología Retina. En 2011, la firma de la manzana mordida lanzó al mercado el último proyecto en el que trabajó Steve Jobs: el iPhone 4S, un teléfono que destacaba por su pantalla de 960 x 640 pixeles, cuatro veces más que la de su antecesor. El modelo salió a la venta a mediados de octubre, a sólo unos días de la muerte de Jobs.

**DURANTE** el pasado Mobile World Congress de Barcelona, Sony presentó el Xperia 1, el primer *smartphone* con una pantalla OLED 4K y una relación entre su anchura y altura de 21:9, como la que se usa en muchas películas.

**A 10 metros de distancia, da prácticamente igual que tu pantalla de 55 pulgadas sea Full HD o 4K: nuestros ojos no captan la diferencia; pero a dos metros, la última resulta más nítida.**

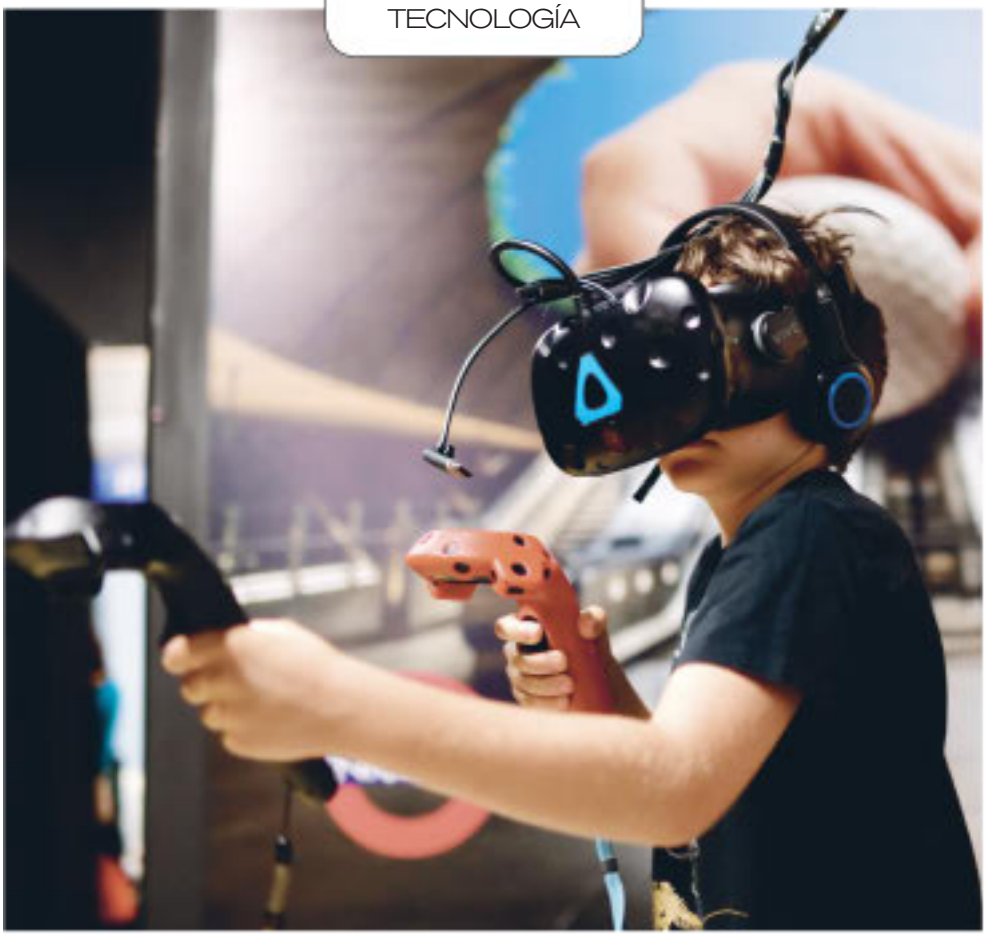
Según los responsables de la firma estadounidense, dada la distancia a la que solemos mantener nuestro celular (unos 30 centímetros de los ojos), la resolución del 4s era lo bastante alta como para que cada pixel fuera indistinguible a simple vista en la pantalla de este dispositivo, de 3.5 pulgadas. Era como si en ella se mostraran imágenes impresas. El caso es que las matemáticas les daban la razón. En cada grado del arco de visión a esa distancia entran 57 pixeles, lo que se aproxima mucho a ese minuto de arco que, como decíamos antes, es lo que suele considerarse como habitual para la agudeza visual media de un ser humano.

Con el tiempo, los competidores de Apple comenzaron también a aumentar la resolución y las dimensiones de sus pantallas, y en la actualidad no es raro que los teléfonos móviles superen la mencionada barrera de agudeza visual, aunque tal indicador sea bastante arbitrario.

Es más, hoy también existen celulares con pantallas 4K: en 2017, Sony presentó el Xperia XZ Premium, que ya lucía una de ellas. Esta multinacional japonesa ha mostrado este año el Xperia 1, el primero de esa misma resolución que está equipado con un panel de diodos orgánicos (OLED) en vez del típico LCD.

Una vez más, ¿tiene sentido incluir tantos pixeles en estos aparatos? Las pantallas con más resolución tienden a consumir más batería, y para que funcionen adecuadamente es preciso dotar a estos artefactos de chips gráficos más potentes.

FOTO: ALAMY



En Sony, sin embargo, piensan que muchos usuarios ya utilizan sus teléfonos como sus dispositivos multimedia principales y que se aproximan a la pantalla lo suficiente cuando están viendo una película o su serie favorita como para que valga la pena dar ese salto de calidad.

Pero hay una razón adicional para que los fabricantes apuesten por estas pequeñas pantallas de altísima resolución, que no tiene nada que ver con la telefonía móvil.

Si queremos construir cascos de realidad virtual (RV) que sean capaces de transmitirnos la sensación de que a través de ellos estamos viendo un mundo alternativo, la resolución de sus pantallas va a tener que mejorar mucho.

Estos dispositivos ofrecen a cada ojo una imagen ligeramente distinta, con lo que generan el efecto estereoscópico o tridimensional que construye en nuestro cerebro esa ilusión de que estamos inmersos en otro entorno.

No obstante, tienen una limitación importante: las pantallas se encuentran muy cerca de los ojos y, por lo tanto, es fácil distinguir los puntos que componen la imagen, incluso con paneles de resoluciones relativamente altas. Es decir, que esa simulación termina por no sentirse real por completo. Se rompe el encanto.

**PARA QUE LOS DISPOSITIVOS** de realidad virtual reprodujeran un entorno totalmente realista sería necesario mostrar a cada ojo imágenes de 7,560 x 8,400 pixeles de resolución, que es mucho más de la ofrecida por los equipos actuales.

Algunos equipos, como el Oculus Quest, uno de los sistemas más modernos de RV, cuentan con una pantalla de sólo 1,440 x 1,600 pixeles dedicados a cada globo ocular.

En total, es una resolución mayor de la que nos encontramos en la mayoría de nuestros teléfonos móviles, pero los paneles de este tipo de dispositivos se encuentran tan próximos a nuestros ojos que resulta inevitable distinguir esos pixeles de forma individual.

Si quisiéramos fabricar el sistema de RV perfecto, uno que de verdad engañara a nuestro cerebro, sería necesario desarrollar un visor capaz de ofrecer a cada ojo imágenes de 7,560 x 8,400 pixeles distribuidos mediante lentes muy precisas en un campo de visión similar al que tienen nuestros ojos de forma natural. Aunque conseguir tal cosa no es nada fácil, y conforme aumentan las resoluciones, el diseño de estos equipos se torna más complicado.

"Más allá de una resolución de 5K, el *aliasing* –un efecto que hace que los bordes de las texturas que aparecen en pantalla presenten un aspecto parecido a unos dientes de sierra– empieza a ser un problema serio", explica John Carmack, conocido por ser el creador de la saga de videojuegos *Doom*, pero también la mente maestra detrás de los cascos de realidad virtual Oculus, empresa que Facebook compró en 2014 por la cantidad de 2,000 millones de dólares.

"Estamos haciendo una apuesta a largo plazo cuando la realidad inmersiva, virtual y aumentada se convertirá en una parte de la vida cotidiana de las personas", explicó en su momento Mark Zuckerberg, CEO de Facebook, en una conferencia con sus inversionistas.

Carmack anunció en fechas recientes que pretende desvincularse un tanto de Oculus para centrarse en el desarrollo de programas de inteligencia artificial (IA), pero su advertencia sobre el *aliasing* ha inspirado a otros investigadores, quienes ya valoran la utilización de pantallas con densidades variables de pixeles.

No todas las zonas del ojo son capaces de garantizarnos la misma definición. De hecho, únicamente la fóvea, una depresión situada en la parte central de nuestra retina, en la que se enfocan los haces de luz, tiene una resolución elevada. Es justo allí donde se concentran la mayoría de los citados conos.

El truco que utilizamos los humanos para percibirlo todo correctamente es variar de forma rápida el enfoque y dejar que nuestro cerebro realice una composición de la escena con el adecuado nivel de detalle.

"Generamos el equivalente a unos 74 GB de datos visuales por segundo, pero nuestro cerebro apenas computa 125 MB de toda esa información", explica Tim Meese, profesor de Ciencias de la Visión en la Universidad de Aston (Reino Unido).

Una pantalla de densidad variable aprovecharía este hecho para ofrecer nada más una alta definición en la parte central de la escena, en donde el cerebro es capaz de distinguirla, y dejaría una realidad más borrosa en la periferia.

**Con las pantallas de los modernos sistemas de realidad virtual no podemos evitar ver los pixeles, lo que les resta realismo.**

FOTO: EFE

**LA PANTALLA** microLED 16K ideada por Sony mide casi 20 metros y, según el portal TechHive, podría costar más de 5.4 millones de dólares.

Con esta técnica podría crearse un sistema de RV de menor resolución, pero que, pese a ello, nos ofreciera una sensación inmersiva y, en muchos casos, indistinguible de la realidad. Incluso aunque se llegaran a desarrollar pantallas de densidad fija, surgiría un problema adicional: ¿cómo moveríamos semejante nivel de detalle gráfico? Hablamos de una computadora que tendría que crear escenas de 15,120 x 16,800 pixeles –la suma de las resoluciones de ambas pantallas– varias veces por segundo. Además, para conseguir el efecto de que estamos viendo algo real, no sería suficiente mostrar imágenes a una velocidad de 24 o 30 cuadros por segundo, que es la que solemos encontrar en el cine.

De hecho, una de 60 –la de la televisión– tampoco lo sería. Dar el salto a los 120 cuadros, lo que evitaría que nos mareáramos en escenas con movimiento rápido, requiere una capacidad por completo inalcanzable hoy en día para un equipo doméstico. Engañar tanto al ojo como al cerebro no es fácil desde tan de cerca.

## Y AHORA, ¿DÓNDE LA PONGO?

**A la hora de decidir el tamaño y resolución de la tele que vamos a comprarnos, hay que tener claro a qué distancia vamos a verla. Este gráfico nos permite hacernos una idea de cuál es la más adecuada en función de todo ello (los números de cada zona coloreada indican, en este orden, el número de píxeles en horizontal y vertical que se muestran en pantalla). La distancia, de hecho, determina la resolución que podemos distinguir a simple vista, aunque eso sí, cada persona tiene una agudeza visual diferente.**

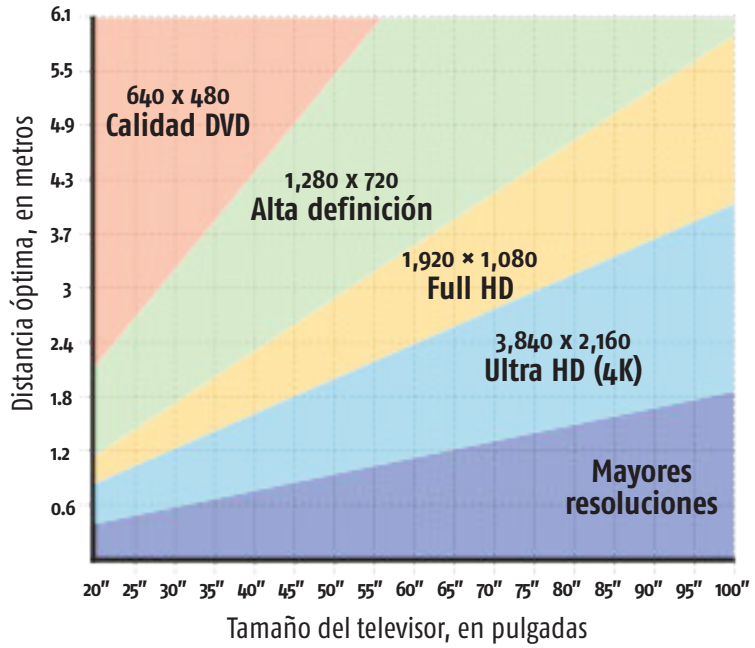



FOTO: SONY

## Una solución eficiente

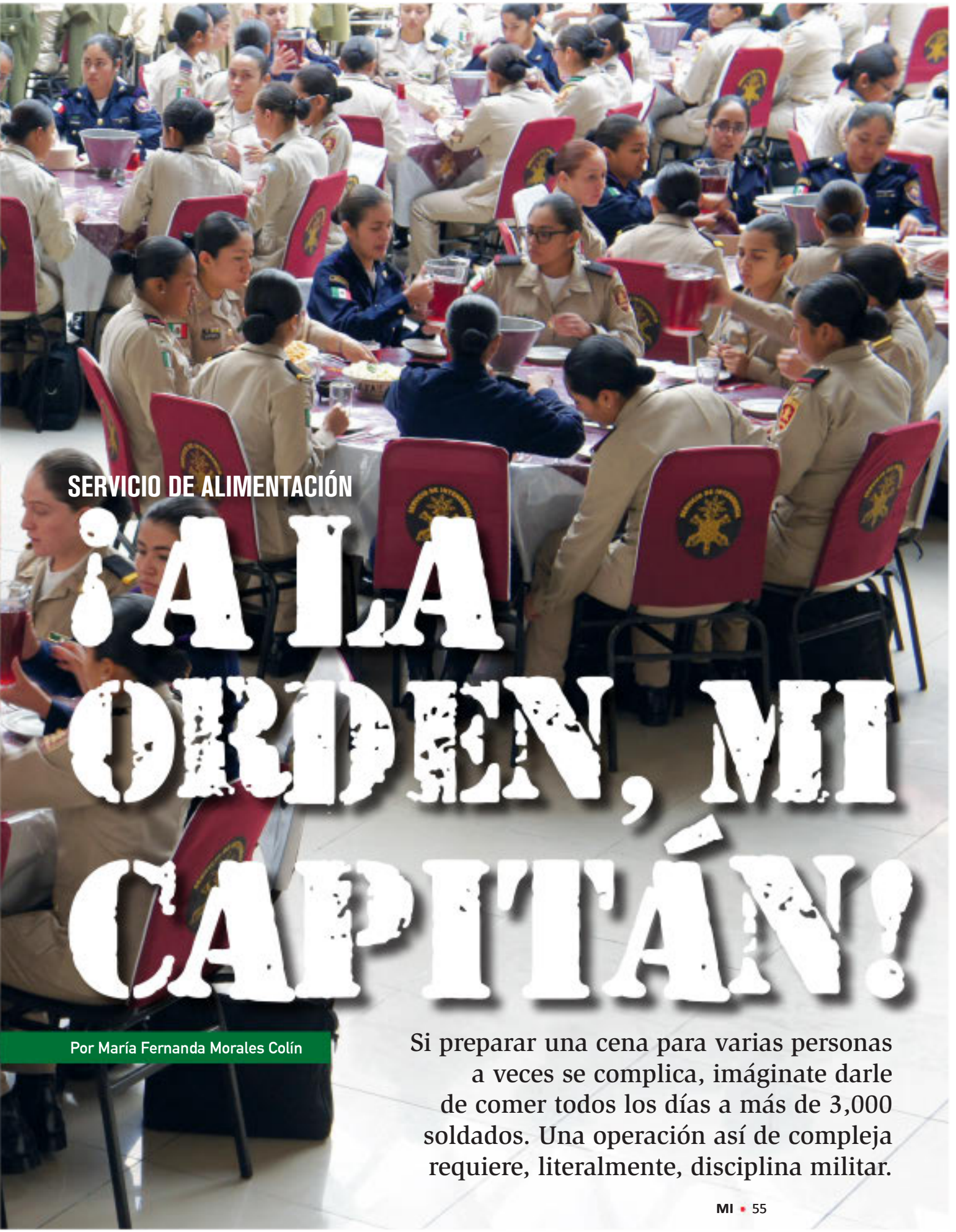
Para solventarlo se podrían crear los modelos tridimensionales finales –lo que se conoce como renderizar– a una resolución menor, pero que se ajustara a las características de la imperfecta visión humana, de nuevo con menor detalle en la periferia y más nitidez en el centro. Esto rebajaría notablemente los requisitos del procesador encargado de crear el mundo virtual sin que apenas notáramos la diferencia.

Incluso así, los desarrolladores de sistemas de realidad virtual se muestran por demás optimistas.

Si hay algo que nos ha enseñado la historia reciente de los televisores es que una mayor resolución siempre será bienvenida, de ahí las filas de personas ansiosas de llevar una nueva pantalla casa.

Tarde o temprano se podrán construir tales pantallas a un precio totalmente asequible y contaremos con computadoras y procesadores lo bastante potentes para acompañarlos. Y una vez llegado ese momento, ya no nos preocupará, tal vez, el tamaño de los aparatos televisivos, porque estaremos en capacidad de crear una pantalla virtual en cualquier momento, que sea tan grande como deseemos y con una resolución perfecta para ella.

FOTO: MARÍA FERNANDA MORALES COLÍN



SERVICIO DE ALIMENTACIÓN

# ¡A LA ORDEN, MI CAPITÁN!

Por María Fernanda Morales Colín

Si preparar una cena para varias personas a veces se complica, imáginate darle de comer todos los días a más de 3,000 soldados. Una operación así de compleja requiere, literalmente, disciplina militar.

La pulcritud de los manteles y la manera tan ordenada en que cada utensilio está acomodado haría creer que no han sido tocados en mucho tiempo. En cada una de las 240 mesas, iluminadas por los rayos del Sol que entran por el tragaluz del centro del techo, una jarra de agua de jamaica hace juego con la mantelería blanca con rojo que porta en sus orillas el escudo dorado del Heroico Colegio Militar.

Pasado el mediodía, un ruido se escucha en la entrada del comedor y un grupo de jóvenes vestidos con filipina blanca y pantalón negro entran jalando cada uno un carrito de comida. Apurados, colocan en cada mesa un plato de espagueti a la boloñesa; cuando terminan regresan a la cocina por más alimentos y en las siguientes rondas llevan ensalada, chiles en vinagre y tortillas. Al terminar de acomodar todo, vuelven a salir.

Cuando el reloj plateado de la entrada principal del comedor marca las 13:00 horas, se comienzan a escuchar murmullos en las puertas laterales del recinto. En esta ocasión no es el pelotón de intendencia que acomodó cada uno de los platillos, sino los cadetes que terminaron sus clases matutinas y comienzan a formarse afuera. Tras 15 minutos, un toque de corneta da la señal que los alerta para ingresar. Las puertas a ambos lados se abren y las mujeres entran primero. Formadas y marchando, llegan hasta la mitad del comedor y se acomodan de 10 en 10 en cada mesa. Luego los cadetes masculinos hacen lo mismo. Quienes no alcanzan lugar siguen su rumbo, salen por la entrada principal y continúan por un pasillo hasta llegar al comedor anexo.

Una vez que los 3,500 cadetes están parados atrás de su silla, una voz da la instrucción para que se sienten y coman. En esta ocasión, el menú número 13 de los 16 con los que cuenta el Heroico Colegio Militar es el que forma parte de la carta.

Los jóvenes con filipina vuelven a aparecer, pero ahora sirven el platillo principal, pescado a la veracruzana, y tras él, un trozo de gelatina de uva como postre. Los cadetes, quienes despertaron desde las cinco de la mañana para hacer ejercicio y luego tomar clases, comen ordenadamente, aunque el murmullo de sus pláticas retumba en el comedor.

Una vez que terminan los alimentos y dejan el lugar, el pelotón con filipina blanca recoge la loza y los cubiertos para llevarlos a lavar

**Los menús que ingieren los cadetes están calculados científicamente con base en las normas mexicanas de alimentación.**

FOTOS: MARÍA FERNANDA MORALES COLÍN

## ¿QUIÉNES DAN DE COMER A LOS SOLDADOS?

El pelotón de filipina blanca y pantalón negro que se encarga de servir los alimentos a los cadetes forma parte del Servicio de Intendencia, el cual se considera parte de los servicios técnicos del Ejército.

"Desempeña actividades de abastecimiento, mantenimiento y evacuación de los artículos que maneja. Este servicio tiene a su cargo proporcionar a las tropas del Ejército y la Fuerza Aérea los medios necesarios para su vida; en este caso se vale de los servicios de intendencia o de alimentación. Tiene además otras actividades, como el abastecimiento de forraje y otros alimentos para ganado, y demás animales de uso para el Ejército", detalla el coronel intendente diplomado del Estado Mayor, Alejandro Grado Hernández, quien desde hace un año se desempeña como jefe del Servicio de Intendencia del Hospital Central Militar.

**HORA DE COMER.** El servicio de intendencia reparte el plato fuerte y el postre. Por cada fila de 12 mesas, tres personas se encargan de servir.

## Sabías que...

**En el Heroico Colegio Militar se forman subtenientes de las Armas de Infantería, Caballería, Artillería, Arma Blindada, Ingenieros de Combate y de los servicios de Policía Militar e Intendencia.**

y prepararse para el siguiente tercio de labores. El primero comenzó desde antes que amaneciera para que a las 7 de la mañana los platillos y los utensilios del desayuno estuvieran listos. El último menú que servirán será a las 18:00 horas y, tras volver a limpiar y lavar todo, terminará su cansado y extenso turno.

Mientras ellos limpian, los chefs en la cocina ya están preparando la siguiente ronda de alimentos. Sartenes eléctricas y 10 marmitas con capacidad de 600 litros cada una son sus aliados para cocinar no sólo el pescado y los demás alimentos de este lunes de enero, también los más de 14,000 kilos de carne, entre res, pollo y cerdo, que forman parte de lo que se prepara en apenas una quincena.

Algunos de los integrantes del equipo de la cocina están pendientes de las marmitas donde está cociéndose la carne que se servirá en la cena; otros más pican cilantro y cebolla mientras unos cuantos limpian chiles o cortan papas. Además, en una zona aledaña a la cocina, un equipo de panaderos elabora el pan de dulce que también se ofrecerá en la última comida del día. Conchas, orejas, bolillos y mantecadas son algunos de los que ya están listos; y el clásico tacuarín, un pan cuadrado y con sabor dulce que elaboran los panaderos del Heroico

FOTOS: MARÍA FERNANDA MORALES COLÍN

**SEÑALES.** Los cadetes esperan a que todas las mesas estén llenas para sentarse. Luego toman los platos y se sirven los complementos que están en la mesa.

El Servicio de Intendencia además tiene otras actividades, como brindar vestuario individual y colectivo al Ejército y la Fuerza Aérea, así como equipamiento de campamento y dormitorio, equipo de oficina y peluquería. Sin embargo, en lo que respecta al servicio de alimentación, cuenta con personal capacitado que prepara y distribuye alimentos. Para ello están divididos en varios grupos: almacenistas, cocineros y meseros, entre los cuales se encuentra el personal más numeroso.

**¡A PREPARAR!** El equipo de chefs se reparte las labores: mientras unos fríen el pescado, otros preparan el espagueti en las marmitas.

# EN NÚMEROS

**En una quincena** se utilizan
**6,700**
kilogramos
**de pollo.**

**El comedor principal**
tiene capacidad para
**2,400**
personas y el anexo para
**1,100.**

Las comidas tienen
**50 a 60%**
de hidratos de carbono, de
**15 a 20%**
de proteínas y de
**25 a 30%**
de grasas.

**203 kilos**
de **arroz** se preparan en dos semanas.

A las **7:00**, **13:00** y **18:00** horas se sirven los alimentos en el Heroico Colegio Militar.

**101 kilos**
de jamaica natural y 440 de tamarindo
se compran cada 15 días para preparar agua de sabor.

En las **3 comidas**
se dan frijoles, para ello cada quincena se compran **1,775 kilos.**

**3 millones**
**de pesos**
es el gasto aproximado mensual en alimentación; el presupuesto es de **50 pesos diarios por cadete.**

**Las marmitas**
donde se preparan los alimentos tienen capacidad de
**600 litros.**

El peso de cada ración va de **550 a 600 gramos.**

**15 menús**
se dan del día **1 al 15 de cada mes**, luego se **repiten del día 16 al 30**. El menú número 16 se da cuando el mes tiene 31 días.

De **2,500** a **3,000** **calorías** es la ingesta diaria de los cadetes.

**Los cadetes** están en un rango de edad de **18 a 24 años.**

FOTO: GETTY IMAGES GRÁFICOS: GETTY IMAGES

**AL RESGUARDO.** Los víveres se reciben en una puerta metálica a un lado del almacén. En él se guardan los alimentos de cada quincena, pero si por alguna razón sobran, por mucho duran un mes aquí.

# "Podemos dejar de hacer alguna cosa, pero no dejar de hacer alimentos": coronel intendente Alejandro Zatarain.

Colegio Militar. En un área aledaña, otro par de personas acomoda las tortillas que van saliendo de la máquina; en total reciben 560 kilos de tortillas al día.

"El trabajo del personal es muy cansado, ellos terminan una comida y van con la otra. Aquí podemos dejar de hacer alguna cosa, pero no dejar de hacer alimentos", asegura el coronel intendente Alejandro Zatarain Viramontes, comandante de la Compañía de Intendencia del Heroico Colegio Militar, quien desde hace un año está al mando del pelotón que se encarga de la alimentación de los cadetes en esta institución.

En las instalaciones de este sitio al sur de la Ciudad de México se forma el personal de armas durante cuatro años, y se brinda el Curso Básico de Formación Militar para unos 1,200 cadetes, que dura 24 semanas y concluye a finales del mes de febrero.

## Sabías que...

**El edificio que alberga al comedor está inspirado en Quetzalcóatl. El cuerpo de la "serpiente emplumada" lo forman la sala de máquinas y el anexo. Mientras que el domo del comedor principal da la forma del cascabel de la serpiente.**

"Se calcula una alimentación colectiva; sería muy difícil deducir el requerimiento de cada uno de los cadetes. Los menús van desde 2,500 a 3,000 calorías para cubrir el requerimiento de 2,800 si se toma en cuenta un cadete promedio, que sería de unos 20 años con 1.70 metros de estatura y un peso ideal de 68 kilos. En todos los menús existe un equilibrio nutrimental para que sea una alimentación correcta", dice la capitana María Imelda Serratos Medina, quien dirige el Departamento de Dietologia del Hospital Central Militar.

**¡FIRMES, YA!** El coronel Alejandro Grado, la capitana Imelda Serratos y el coronel Alejandro Zatarain.

La licenciada en nutrición detalla que para hacer cada uno de los menús no sólo se toman en cuenta los nutrimentos que proporcionan energía, sino también las vitaminas, minerales, agua y fibra dietética. "Con estos grupos de alimentos vamos a cubrir los requerimientos de nutrimentos energéticos y no energéticos", asegura.

La alimentación es primordial para que los cadetes rindan en las aulas y durante los cansados entrenamientos físicos que realizan día con día; por ello, los menús están basados en cálculos científicos y en las normas oficiales mexicanas relacionadas con la alimentación. Entre los aspectos a tomar en cuenta está el que sea suficiente, variada, completa y equilibrada. Alimentar a los cadetes no es una tarea fácil, pero tampoco la labor que ellos realizan para servir a México.

FOTOS: MARÍA FERNANDA MORALES COLÍN

# DOCUMENTO

60 PARTE I
TIEMPOS MODERNOS

65 PARTE II
DECISIONES POLÉMICAS

MEDIO AMBIENTE

# ¿QUÉ HACEMOS CON NUESTROS ZOOLÓGICOS?

**Los más críticos señalan que no son más que prisiones donde los animales llevan una vida precaria. Sus defensores, sin embargo, argumentan que son básicos en la conservación de la biodiversidad y la supervivencia de muchas especies, aunque reconocen que muchos deberían actualizarse.**

Por Joana Branco

PARTE I

## TIEMPOS MODERNOS

Los parques zoológicos no pasan por su mejor momento. Cada vez son más los críticos que denuncian las supuestas malas condiciones en las que viven los animales y otros señalan que en los últimos años parecen darse más ataques de estos hacia sus cuidadores. En 2017, por ejemplo, un tigre devoró a una mujer en el Hamerton Zoo Park, en Cambridgeshire (Reino Unido). Un año después, un león del Conservators Center de Burlington, Carolina del Norte, protagonizó un caso similar. La tormenta mediática ha arreciado en los últimos tiempos, y así han surgido algunas iniciativas ciudadanas que proponen reconsiderar los proyectos que se llevan a cabo en estas instalaciones e incluso, en algunos casos, desmantelarlas. En España, una de ellas, ZOOXXI, plantea transformarlas "en un espacio para dar cobijo, atención, asistencia y oportunidades a animales que hoy no la tienen, a animales heridos, incautados de explotaciones, abandonados", y ha centrado su atención en el parque zoológico de Barcelona, para el que pide una profunda reconversión. No obstante, buena parte de la comunidad científica rechaza el fondo de sus argumentos.

Alex Rübel, director del zoológico de Zúrich, al que se considera uno de los mejores de Europa, explica: "Nuestra relación con los animales no es sólo una cuestión de ciencia; se trata de verlos como nuestros compatriotas en el planeta". Lejos de abogar por el cierre de los zoológicos, Rübel sostiene que hoy realizan funciones muy importantes.

Xavier Manteca, catedrático del Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona, también se declara acérrimo defensor de estos centros. "A veces se dice que los zoológicos no tienen razón de ser en la actualidad, pero no es cierto. Atraen a muchísimos visitantes y juegan un papel relevante, tanto en la educación del público como en la conservación de la biodiversidad", indica Manteca.

**UN MACACO ALBINO** contempla a los visitantes del Pata Zoo, en Bangkok, Tailandia, desde el interior de su jaula. Ese zoológico, parte de la tienda departamental Pata Pinklao, es blanco constante de críticas de los defensores de los derechos animales.

FOTO: GETTY IMAGES

**EL PLAN ESTRATÉGICO** del Zoológico de Barcelona, que pretende priorizar la conservación de la fauna autóctona y las especies amenazadas, ha sido criticado por algunos expertos, quienes creen que no tiene en cuenta criterios científicos. Arriba, una inspección médica rutinaria de un león marino en dicho parque.

## Espacios de sensibilización

"Hay estudios que demuestran que tras pasar por uno, el porcentaje de personas que se muestran sensibles hacia los problemas medioambientales aumenta. También crece el porcentaje de quienes están dispuestos a hacer algo al respecto. Por lo tanto, creo que cuando sugerimos que los zoológicos pueden contribuir a la educación de los ciudadanos, no estamos dando sólo nuestra opinión, sino que hay datos que muestran que en efecto es así —señala este experto, y añade—: Además hay muchos ejemplos de especies que habrían desaparecido si no fuera por ellos, y por desgracia, la necesidad de la conservación *ex situ* (esto es, en estas infraestructuras) va a aumentar en los próximos años. Esto último, por supuesto, no quiere decir que haya que sustituir la que se hace en la naturaleza. De hecho, eso sería lo ideal, pero en muchos casos, los zoológicos contribuyen enormemente a la supervivencia de las especies".

La citada iniciativa ZOOXXI no comparte esta visión: aboga por impedir la reproducción de cualquiera de ellas que no sea susceptible de ser reintroducida en su hábitat natural —hoy, apenas serían 11 de las más de 300 que alberga el zoológico de Barcelona—; el parque vendría a convertirse en algo similar a un centro de rescate de la vida salvaje. Para Manteca, semejante plan peca de ingenuidad y presenta numerosos errores. "Una de las premisas del proyecto es que la cautividad es intrínsecamente mala porque causa sufrimiento en los animales, pero creo que se trata de una premisa falsa", recalca.

"La investigación sobre bienestar animal no es algo nuevo. Se lleva haciendo desde los 60 y nos ha permitido contar con una serie de indicadores para evaluar este asunto. Las pruebas muestran que los animales pueden estar bien en los zoológicos. Ello, claro está, no significa que todos lo estén en todas partes. Por ello, insisto en la contribución de los buenos zoológicos —dice Manteca—. Entre otras cosas, estos son los que garantizan su bienestar, y eso es posible. Por lo tanto, quienes afirman que la cautividad causa inevitablemente su sufrimiento no están teniendo en cuenta la evidencia científica".

## Diferentes funciones

Para este investigador, el proyecto ZOOXXI sugiere convertir los zoológicos en puntos de acogida y recuperación de la fauna, aunque en su opinión, se trata de dos cosas muy diferentes. "Ambas tienen razón de ser y cumplen funciones importantes, pero a mí me parece un error querer transformar un zoológico en uno de esos centros", matiza.

David Hancocks, un reconocido arquitecto, especialista en el diseño de instalaciones inmersivas y una de las figuras más relevantes en el mundo de los zoológicos —ha sido cuatro veces director de distintos parques—, nos cuenta que durante las dos visitas que ha realizado al zoológico de Barcelona no le gustó lo que vio. "Muchos de los animales viven en espacios pequeños y estériles; sus vidas están como paralizadas por el aburrimiento. Las especies de mayor porte, en concreto, sufren las mayores privaciones", destaca.

Manteca comparte hasta cierto punto esta visión. Reconoce que, aunque en este centro hay instalaciones muy buenas, otras se han quedado anticuadas y requieren una remodelación. No obstante, discrepa del planteamiento de ese zoológico animalista que defiende la nueva normativa que se ha aprobado para ese recinto.

"Me hubiera gustado que se admitiera que tenemos un parque en el que deben mejorarse algunos aspectos, pero que contribuye mucho a la conservación y que tradicionalmente ha sido muy respetado en la comunidad internacional. Lo mejor sería invertir para mejorarlo y que fuese aún más uno de referencia, en vez de embarcarnos en algo que no parece en absoluto coincidir con lo que están haciendo otros países que, además, nos llevan mucha ventaja en cuestiones de bienestar animal —sostiene Manteca—. En muchos zoológicos británicos, como el de Chester, o en los de naciones escandinavas, no se plantean este tipo de cosas. En ellos, el objetivo es contribuir el máximo posible a la educación y conservación y mejorar incluso más las condiciones de vida de las especies que albergan, pero no convertirlos en algo que no son".

**ALGUNOS ANIMALES QUE HAN SIDO CRIADOS EN CAUTIVERIO NO PUEDEN SER REINTRODUCIDOS EN LA NATURALEZA, PUES CARECEN DE LAS HABILIDADES NECESARIAS PARA SOBREVIVIR.**

FOTO: PACO FREIRE / GETTY IMAGES

**LOS ÚLTIMOS.** Según algunas estimaciones, los osos polares podrían extinguirse en la naturaleza hacia 2050, y entonces sólo será posible verlos en zoológicos y centros especiales de conservación. Hoy sobreviven unos 26,000 ejemplares.

FOTO: GETTY IMAGES

Para Hancocks, en lugar de dar origen a un zoológico animalista habría que avanzar hacia la creación de uno ecologista. “Este tipo de parques ayudaría a la gente a comprender mejor la naturaleza”, asegura.

En su opinión, la idea de que cada ciudad tenga distintas instalaciones, cada una especializada en mostrar animales, plantas o dinosaurios, por ejemplo, no tiene sentido. “Es una visión anticuada que hemos heredado de los siglos XVIII y XIX, cuando se trataba de entender el mundo dividiéndolo en partes”.

Hancocks defiende que, en tal sentido, los zoológicos deben pasar por una importante reconfiguración. “Tendrían que mostrar a los visitantes la extraordinaria complejidad de los seres vivos y sus relaciones. Los nuevos zoológicos promoverían que el éxito en la naturaleza depende mucho más de la cooperación que de la competencia”, sentencia este experto.

**UNOS VETERINARIOS** del zoológico de Nanchang (China) revisan el estado de una chimpancé sometida a una inseminación artificial. Para muchos científicos, este tipo de prácticas son cruciales para asegurar la supervivencia de numerosas especies.

## Vivir (y morir) en el antropoceno

Para educar a un público que vive en la era de esa sexta extinción masiva que, según los científicos, está en marcha —hasta ahora se han sucedido cinco a lo largo de la historia de la vida en nuestro planeta—, Hancocks cree que es muy importante que estos centros desarrollen formas creativas de mostrar esa interconexión entre especies. “Es preciso diseñar exposiciones y programas para demostrar que el mundo es infinitamente rico, frágil, precioso e irreemplazable —aclara, y añade—: Además, debe hacerse de manera que inspire esperanza, en particular en los jóvenes, y que proporcione a la gente información honesta y práctica sobre lo que pueden hacer para asegurar un futuro para nuestro planeta”.

**PARA LOS EXPERTOS, LA CONSERVACIÓN Y EDUCACIÓN DEBEN SER LOS PILARES FUNDAMENTALES SOBRE LOS QUE SE ASIENTE EL PROYECTO DE TODO ZOOLÓGICO MODERNO.**

Lo único que Hancocks no tiene claro a propósito de la nueva normativa barcelonesa es la referencia a la prohibición de la reproducción de especies que no puedan ser reintroducidas en su hábitat. Para muchos directores de zoológicos, en un entorno donde los ejemplares no pueden llevar a cabo la mayoría de las cosas que harían en libertad, el hecho de permitir que se reproduzcan redunda en su bienestar.

## De vuelta a casa... pero ¿cuál?

Hancocks expone sus dudas sobre este asunto: “La idea de que sólo se puedan reproducir aquellos que puedan ser devueltos a la naturaleza parece, en principio, sumamente seductora”, pero reintroducir cualquier especie es un reto muy ambicioso. “Este tipo de iniciativas requiere importantes apoyos gubernamentales y muchos más especialistas de los que se pueden encontrar en las estructuras típicas de los zoológicos. Estos, a su vez, deben cubrir muy distintas disciplinas: pueden necesitarse desde botánicos, ecólogos o geólogos hasta abogados y sociólogos. Es algo por demás complejo”, agrega Hancocks.

Sarah M. Bexell, una experta del Institute for Human-Animal Connection de la Universidad de Denver, Colorado (EUA), y conocida activista antizoológicos, se muestra de acuerdo y nos explica que, una vez nacido en uno de estos centros, prácticamente ningún animal podrá ser liberado en el que habría sido su entorno.

“Si lo fueran, casi todos morirían, porque social y conductualmente no son lo bastante competentes para sobrevivir en la naturaleza. Sería como criar a un niño en un clóset, dándole comida y agua durante buena parte de su vida, hasta que alcance la edad adulta, y luego introducirlo en la sociedad para que por sí solo encuentre alimento, refugio, ropa, amigos y una pareja”.

Con la justificación de que la contracepción es complicada y acaba esterilizando a algunos animales, en muchos zoológicos europeos se permite que los ejemplares se reproduzcan a placer —no ocurre lo mismo en Estados Unidos, por ejemplo—.

Las cruzas, vigiladas de cerca por la Asociación Europea de Zoológicos y Acuarios (EAZA, por sus siglas en inglés), se llevan a cabo con el objetivo de mantener la diversidad de la especie. Aun así, a veces se da un exceso de especímenes, un fenómeno un tanto paradójico y bastante desagradable para muchos especialistas que ilustra a la perfección este conflicto. Y es que, aunque estén sanos, algunos terminan siendo sacrificados debido, entre otras cosas, a la falta de espacio.

FOTO: GETTY IMAGES

**EN 2014, LOS RESPONSABLES** del zoológico de Copenhague decidieron sacrificar una jirafa sana y diseccionarla en público. Con ello querían mostrar las partes menos agradables de su trabajo, como controlar el número de animales.

# UNA REALIDAD SIN ENDULZAR

## EL TRABAJO EN LOS ZOOLÓGICOS NO SIEMPRE ES FÁCIL.

PARTE II

### DECISIONES POLÉMICAS

Los responsables del zoológico de Copenhague, un centro pequeño pero muy avanzado, están convencidos de que la clave para adaptar estas instalaciones a las exigencias del siglo XXI es, sobre todo, la transparencia. Este parque, que se cuenta entre los más antiguos de su tipo en Europa, conserva un aspecto *vintage*, pero posee instalaciones de primera categoría y mantiene los más altos estándares de bienestar animal.

Su dirección está convencida de que la tenencia de animales conlleva una gran responsabilidad, tanto en lo que se refiere a cada uno de los ejemplares como a la supervivencia de las especies.

De este modo, cuando en 2014 se supo que en ese sitio se había decidido sacrificar una jirafa que se encontraba en perfecto estado, se originó un importante revuelo mediático y social. Pues bien, en vez de endulzar el asunto y acabar con el cuadrúpedo a puerta cerrada, se optó por hacerlo a la vista de todos; incluso fue diseccionado en público, con niños incluidos.

"Muchos zoológicos no son lo suficientemente transparentes respecto a sus problemas, pero todos los tenemos —reconoce Bengt Holst, director científico del recinto—. Si estamos convencidos de que estamos tomando las decisiones correctas y utilizando las mejores herramientas, entonces no deberíamos tener nada que ocultar". Holst recuerda el citado incidente con la jirafa: "Las primeras reacciones fueron negativas, pero luego explicamos la razón de ser de lo que habíamos hecho y las cosas cambiaron".

Hay directores de zoológicos que tiemblan ante la idea de tener que justificar sus decisiones, pero Holst no tiene pelos en la lengua y cree que formar a los ciudadanos pasa también por mostrarles las partes menos agradables del trabajo, una postura con la que no coinciden algunos de sus colegas.

"Lo que sucedió en Copenhague podría no contribuir a nuestro objetivo de educar a las personas como amantes de los animales", argumenta Rübel. En el zoológico de Chester, por ejemplo, uno de los más notables del globo, se intenta mantener a toda costa los programas de cría sin necesidad de recurrir a la eutanasia, algo que no es nada fácil.

FOTO: GETTY IMAGES

## Sueños de preservación

Holst está convencido de que los esfuerzos que se llevan a cabo para garantizar la conservación de las especies deben ser el pilar que sostenga y justifique la existencia misma de los zoológicos. Por ello piensa que tal práctica es necesaria, pues "se trata del único modo de asegurar la existencia de una población sana". Su sueño, en todo caso, sigue siendo que "todos los animales que viven en estos centros acaben incorporándose a proyectos de conservación *in situ*, en la naturaleza".

Se trata de un objetivo en particular loable en el contexto actual, donde la biodiversidad de nuestro planeta se encuentra amenazada. El pasado mayo se hizo público un informe elaborado por la Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios de Ecosistemas (IPBES)—una iniciativa auspiciada por la ONU— donde se indicaba que alrededor de un millón de especies de animales y plantas están en peligro de extinción y muchas podrían desaparecer en unas cuantas décadas si no se hace nada por evitarlo.

En un comunicado, esta institución destacaba que 75% de los ecosistemas terrestres y 66% de los marinos están gravemente alterados, y que más de 85% de los humedales que existían en el año 1700 se han perdido, un escenario que "es culpa de todos" y que "representa una amenaza de una dimensión sin precedentes en la historia de la humanidad". En dicho sentido podría decirse que cada decisión que se toma hoy en un zoológico adquiere una importancia sin precedentes por las consecuencias que quizá tenga en el futuro.

Si bien pueden explorarse distintas estrategias para garantizar que estos centros cumplan un papel significativo en nuestra sociedad, Holst señala que, sobre todo, es necesario mejorar la forma en que se comunican con el público, algo por cierto muy común en el orbe de la ciencia y la tecnología. "¿Deberían ser retratados como una especie de país de las maravillas, donde los animales son contemplados y cuidados como muñecos de peluche animados? ¿O como lugares gobernados por pruebas, datos científicos y argumentos racionales en los que se haga lo necesario para asegurar el futuro de la biodiversidad?", se pregunta.

**AÑOS DORADOS.** La colaboración entre instituciones facilitó que Diego (arriba), una tortuga gigante de la isla La Española criada en el zoológico de San Diego (EUA), volviera a las Galápagos, donde tuvo cientos de crías y facilitó la recuperación de su especie (*Chelonoidis hoodensis*). Los especialistas estiman que el espécimen fue sacado de la isla originalmente entre 1900 y 1959 en alguna expedición científica.

"En Copenhague, hemos seguido una política de transparencia durante tantos años que ni siquiera nos lo planteamos", reconoce Holst. Pero ¿cómo se toma el público este planteamiento? Los números hablan por sí mismos: tras el incidente de la jirafa, el zoológico no experimentó una disminución en el número de visitas.

## Menos atractivos

En Barcelona, la situación es distinta por completo. Cada vez son menos las personas que pasan por el parque —a fines de 2018 se anunció un descenso de 180,000 en apenas dos años— y muchas de las que lo hacen advierten que este necesita con urgencia una remodelación. Sin embargo, ¿la iniciativa que plantea ZOOXXI sería lo más deseable? Para Manteca, "es una negación de la realidad y de la evidencia científica. Una de las instituciones que públicamente se ha manifestado en contra de ello ha sido la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en concreto su Comisión de Supervivencia de Especies. ¡Estamos hablando de la organización de referencia mundial en este asunto! Por supuesto, desde la UICN se indica que la prioridad debería ser la conservación *in situ*, en la naturaleza, pero es perfectamente consciente de que, en ocasiones, esto es irrealizable. Por una parte porque a veces ello tendría que llevarse a cabo en lugares problemáticos, donde se dan conflictos; pero también porque, incluso cuando fuera posible tal cosa, el hecho de contar con el apoyo de los programas de cría en cautividad y disponer del conocimiento que estos generan supone una ayuda enorme".

**CON INNUMERABLES ESPECIES AMENAZADAS, LAS DECISIONES QUE SE TOMAN HOY PUEDEN TENER IMPORTANTES REPERCUSIONES.**

FOTO: AGE

FOTO: GETTY IMAGES

## Allá afuera no es un paraíso

Este experto sostiene que defender que un animal cautivo es obligatoriamente infeliz es una falacia. “En esencia, es como sostener que en la naturaleza no existiera el sufrimiento, pero recordemos que los animales salvajes tienen que lidiar con muchos problemas: pueden morir de hambre, no reciben tratamiento alguno cuando enferman, están expuestos a los depredadores y, además, padecen penalidades que a veces se derivan de acciones humanas. Es en absoluto falso afirmar que en los zoológicos los animales sufren por nuestra culpa y que en el medio natural no lo hacen justo porque están libres de nuestra influencia. Me parece que, en el mejor de los casos, es plantear las cosas de un modo un tanto ingenuo”, reflexiona Manteca.

“Por desgracia, algunas de las personas que tenían que tomar decisiones respecto al zoológico han dado el mismo crédito a opiniones bienintencionadas, pero carentes de fundamento científico, que a las de aquellas instituciones y personas que, basándose en pruebas, lo han dado todo por lograr el bienestar de los animales”, se lamenta.

Manteca puede defender a capa y espada el papel de los parques zoológicos (social, ecológico, científico…), pero en ningún momento niega que haya unos malos —entre estos últimos se incluiría el de Barcelona, en opinión del mencionado David Hancocks—. “En esto soy muy categórico. De la misma manera que apoyo con firmeza el trabajo que estos centros llevan a cabo, es inaceptable que en algunos no se procure que los animales se encuentren en buenas condiciones. En primer lugar, por razones éticas, y también porque todo lo relacionado con lo que hemos venido comentando sobre la importancia de la contribución de los zoológicos a la conservación y la educación sólo es posible si los ejemplares están bien. Aquellos que no los mantengan adecuadamente deberían cambiar de forma radical o, siendo directos, dejar de existir”, sostiene Manteca.

## La lucha contra el pasado

“Eso sí, el hecho de que en algunas de estas instalaciones no se hagan bien las cosas no quiere decir que ocurra lo mismo en todas. Al contrario, en muchas se hace un trabajo excepcional. Tanto la EAZA como la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios dan mucha importancia al bienestar de los animales, impulsan la investigación en este sentido y proponen unas directrices muy completas”, amplía el entrevistado, y añade para concluir este reportaje: “Justo por ello, cuando algunas iniciativas ciudadanas, como la de Barcelona, se presentan a sí mismas como revolucionarias, porque se refieren a ese bienestar animal, sus impulsores parecen olvidar que la comunidad de parques zoológicos lleva décadas trabajando en ello, literalmente hablando. Me parece muy poco serio y muy poco honesto aterrizar y decir: ‘Ustedes lo hacen todo mal; ahora vamos a enseñarles lo importante que es esto’”.

# ¿CÓMO NOS DA SED?

Nuestro organismo cuenta con una batería de sensores para controlar el nivel de hidratación. Cuando la pérdida de líquidos supera cierto umbral, las señales de alarma estimulan el centro de la sed en el cerebro. Aquí te contamos cómo se producen esas ganas de beber.

## Agua

1 La reducción de agua dentro de las células hace que los riñones liberen angiotensina II.

Esta hormona provoca un aumento de la tensión arterial.

Angiotensina II

Riñones

## ¿Dónde está el agua?

**El organismo de una persona que pesa 65 kilos contiene**

**35 litros**
**de agua, que se reparten de esta manera:**

- **23 litros** están dentro de las células.
- **8 litros** en el espacio intercelular.
- **4 litros** en la sangre.

9 Al beber, la boca se humedece y se disparan mensajes nerviosos para activar la saciedad, incluso antes de que el líquido sea absorbido por los intestinos.

Riñones

Cerebro

HAD

Hipófisis

8 La HAD hace que los riñones retengan agua.

7 La hipófisis libera la hormona antidiurética (HAD) al torrente sanguíneo.

### Señales de deshidratación

Sube el nivel de sodio por la falta de las reservas de $H_2O$.

Disminuye la tensión arterial o el volumen de sangre en circulación.

El agua interior de la célula se expande por el espacio intercelular.

## CIRCUITO DE ALERTA

**La pérdida de 1% de los fluidos activa nuestros órganos sensibles a la hidratación. Sus señales bioquímicas llegan al cerebro, que genera las ganas de beber e inhibe las de orinar.**

## ¿Sabías que...?

Una persona puede producir a lo largo de su vida **76,650** dedales de lágrimas, **60** tinas de sudor y **27,000** litros de saliva.

INFOGRAFÍA: CARLOS AGUILERA

**2** **Las glándulas suprarrenales liberan a la sangre otra hormona: aldosterona.**

La aldosterona favorece la retención de agua y sodio en los riñones.

Aldosterona

**3** El corazón bloquea ciertas sustancias inhibidoras de la sed, como el péptido natriurético atrial (ANP).

Señales de deshidratación

Tálamo

Hipotálamo

Cuerpo calloso

**OCPLT (*Organum cavum pre-lamina terminalis*)**

**4** El incremento de aldosterona o angiotensina II, así como el descenso de ANP, activan las alarmas en el cerebro.

Hipófisis

AGUA

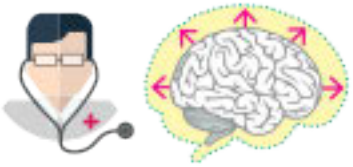
Neurona

**5** Esas señales se procesan en el centro de la sed del cerebro (OCPLT), área que se encuentra cerca de la hipófisis y el hipocampo.

**6** El OCPLT estimula las neuronas que provocan sequedad en la boca y nos despiertan las ganas de beber.

## Funciones del agua en el cuerpo

- Compone 75% del cerebro
- Regula la temperatura
- Forma 79% de la sangre
- Supone 22% de los huesos
- Amortigua las articulaciones
- Compone 73% de los músculos
- Elimina los desechos
- Humedece el oxígeno que respiramos



La ingesta excesiva de agua desencadena hiponatremia, un descenso de los niveles de sodio que puede inflamar el cerebro.

Y un hombre evacúa unos **39,000** litros de orina.

Las glándulas salivares pueden proyectar saliva a **170** km/h.

Las glándulas sudoríparas segregan entre **0.7** y **12** litros de sudor cada día.

# "METÁFORA" BAJO LA LUPA

Su construcción define la naturaleza creativa, simbólica y enigmática del lenguaje en un afán por reunir términos de similitud insospechada y sorpresiva. **Por Ana Sofía Ramírez Heatley**

Podríamos decir que un lenguaje insípido y sin condimentos es un lenguaje apartado del uso de metáforas. Además de ser la sazón y el recurso literario por excelencia, esta figura retórica nos permite ver lo extraordinario en lo cotidiano, pues revela nuevos aspectos de la realidad. La construcción de metáforas está relacionada de manera íntima con la creatividad del ser humano, así como con la capacidad simbólica y de asociación de ideas. Desde un punto de vista amplio, esta figura, que Aristóteles define como "dar a una cosa un nombre que pertenece a otra cosa", es empleada no sólo en la literatura, sino también en el lenguaje publicitario, las artes que se valen de símbolos en sus representaciones, las interpretaciones del psicoanálisis e inclusive la ciencia, por citar algunos ejemplos.

## Traslación

En el tejido etimológico de la palabra "metáfora" se encuentra el cambio. Para comprender de qué tipo de cambio se trata y adentrarnos más en su significado debemos recurrir al origen del vocablo. Metáfora proviene del latín *metaphora*, que a su vez fue tomado del griego *metaphorá*. Aunque esta última palabra significa lo mismo que en español, también se refiere a "traslación, transferencia o cambio", ya que proviene de *metaphérein*, con este sentido de mutar o sustituir. *Meta-* es un prefijo que se usa en términos que hablan de cambio, como metabolismo o meteorológico —ambos denotan variaciones constantes— y *phérein* significa "llevar", como en periferia ("llevar alrededor"). Así, metáfora, de acuerdo con esta perspectiva etimológica, se trata de una figura capaz de trasladar su sentido recto o estricto por uno figurado.

## *Homo homini lupus*

Podemos notar, por lo tanto, que detrás de la metáfora hay una fórmula de pensamiento más potente e intensa que el simple símil o la comparación explícita. En el mecanismo de esta figura del lenguaje se encuentra la fusión o identificación de dos elementos para producir una tercera entidad distinta que participa de las características de los dos anteriores. Al decir "el hombre es un lobo" o "el hombre es el lobo del hombre" —frase popularizada en el siglo XVII por el

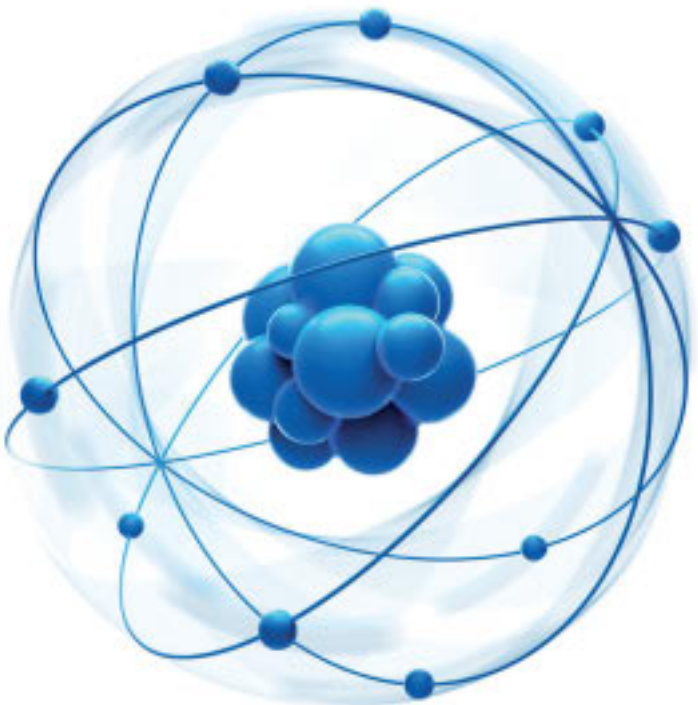
FOTOS: GETTY IMAGES

filósofo inglés Thomas Hobbes—, algo más, aparte del nombre lobo, se traslada al concepto de hombre. La transferencia entre ambos términos da como resultado un concepto de ser humano que destaca características que lo hacen irracional, destructor y depredador de sí mismo y de otras especies. Como resultado, tenemos una imagen de ser humano híbrida entre lo racional y la voracidad propia del instinto animal.

## Estaciones de la vida

Uno de los ejemplos más recurrentes al hablar de metáforas se refiere a las etapas de la vida de una persona representadas mediante la imagen de las estaciones del año. De esta manera, al hablar de la primavera se hace referencia a la infancia; el verano es la juventud; el otoño, la madurez y el invierno —como ya se adivina—, la vejez. Lo que en este y otros casos diferencia a la metáfora de otras figuras, como la comparación, es la ausencia del término explícito "como" y la fusión de ambos conceptos; es decir, la estación del año se identifica plenamente con la etapa que experimenta el individuo en la siguiente frase: "El invierno de la vida". Aunque esta metáfora resulta común e incluso algo desgastada, otros artistas y escritores han representado la vida no como sucesión de temporadas, sino tras la figura del laberinto o, más aún, de los coches detenidos en una carretera, como en el cuento "La autopista del sur", de Julio Cortázar.

"Los científicos deben tener una metáfora. Todos los científicos empiezan con la imaginación". Ray Bradbury



## Vivas y muertas

Por extraño que parezca, la metáfora es una figura recurrente en nuestro lenguaje y nuestra manera de expresarnos, incluso cotidianamente. Los ejemplos anteriores destacan que se basa en la similitud existente entre dos términos que en principio son ajenos, pero que al relacionarse enfatizan características antes no vistas que enriquecen el concepto. Si la unión produce un efecto sorpresivo, hablamos de metáforas vivas, vigentes, efectivas; sin embargo, cuando la metáfora pierde este poder de choque se habla de metáforas muertas, que aunque ya no revelan relaciones insospechadas entre los términos, forman parte de nuestra manera de entender el entorno. Algunos ejemplos son "la ciudad está muerta", "las patas de la mesa", "le cayó la muerte" o "colores chillones". Sabemos que las ciudades no son seres vivos, las mesas no tiene extremidades, la muerte no es un ente que se abalanza sobre sus víctimas y los colores no pueden proferir gritos agudos; de cualquier manera, estas metáforas cotidianas nos dicen mucho acerca de cómo comprendemos el mundo.

## Ciencia en palabras

Además de números, fórmulas y datos duros, la ciencia está hecha de lenguaje, por lo que muchas veces recurre a la metáfora para describir ciertos fenómenos. Como ejemplos están el nombre raíz cuadrada y su naturaleza vegetal o la enfermedad y el lenguaje bélico al hablar de invasión y colonización del cuerpo equivalente al campo de batalla. También se ha visto a la máquina en el cuerpo humano o al Sistema Solar en el átomo. De esta manera, las metáforas están presentes en cualquier ámbito o disciplina en que intervenga el lenguaje, sin importar su afán de rigurosidad.

**Fuentes:** ***britannica.com*****;** ***Diccionario de retórica y poética*****, de Helena Beristáin;** ***Breve diccionario etimológico de la lengua española*****, de Guido Gómez de Silva;** ***El mito de la metáfora*****, de Colin Murray Turbayne, New York Times https://nyti.ms/3aMItF3.**

# ESPEJO DE LA GRAN URBE

Para asombro de los visitantes, la superficie metálica de esta emblemática escultura refleja de manera peculiar su entorno: desde los edificios y jardines hasta las nubes del cielo de Chicago. **Por Luis Felipe Brice**

Mejor conocida por propios y extraños como *The Bean* (el frijol), esta colosal escultura es la mayor atracción del Parque Millennium, en Chicago. Sin embargo, su nombre oficial es *Cloud Gate* (Puerta de la Nube). Además, su singular forma elíptica no está inspirada en una leguminosa.

Se basó en una gota de mercurio líquido, a decir de su autor, el artista británico de origen indio Anish Kapoor, quien ganó un concurso para diseñar una pieza para dicho parque, que se inauguraría en 2004. No obstante, la monumental obra fue develada oficialmente hasta dos años después. Para cumplir con el encargo, a partir de un diseño en computadora, Kapoor mandó producir en Oakland, California, 168 placas de acero inoxidable perfectamente cortadas y dobladas gracias al uso de robots. Las partes fueron trasladadas por tierra a la denominada Ciudad de los Vientos, donde fueron ensambladas y soldadas entre sí sobre una estructura metálica, y pulidas hasta que no se notaran sus uniones.

El retraso en la conclusión de la Puerta de la Nube se debió a una serie de complicaciones en el proceso de montaje, las cuales implicaron un aumento en el peso estimado de casi el doble (de 60 a 100 toneladas, aproximadamente) y un incremento en el precio calculado de casi el cuádruple (de seis a 23 millones de dólares) que, para beneplácito de los contribuyentes de Chicago, no corrió a cargo de sus impuestos, sino de un fondo privado proveniente de donaciones individuales y corporativas. Costo al

**UN DÍA RARO.** Es poco común encontrar así de despejada a la famosa escultura, por lo general plagada de turistas buscando la *selfie* perfecta en Chicago. Esta imagen es de 2013, año en el que se registró una primavera inusualmente fría.

FOTOS: GETTY IMAGES

que debe sumarse el gasto por mantenimiento de la obra, que requiere limpieza superficial diaria; profunda, dos veces al año con productos especiales, y ocasional, debido al vandalismo por parte de grafiteros. Gracias a este mantenimiento se espera que la escultura se conserve al menos durante los siguientes 1,000 años según consta en el contrato con Kapoor.

Por lo pronto, a lo largo de casi tres lustros esta escultura pública se ha convertido en el orgullo de los chicagüenses y emblema de su ciudad, así como en un importante punto de interés turístico. Todos los días, miles de visitantes acuden al Parque Millennium para admirar esta obra y sorprenderse con el particular reflejo de su entorno y de ellos mismos, quienes viven una experiencia similar a la de visitar la casa de los espejos en un parque de diversiones, pero al aire libre. Desde luego, la Puerta de la Nube se ha convertido en uno de los lugares más *instagrameables* del mundo, adonde acuden los turistas en tropel para tomarse la ya típica *selfie*.

La obra más conocida de Anish Kapoor ha sido alabada por expertos simpatizantes como "un objeto de arte extraordinario", "obra de arte abstracto monumental" y "entre las mejores piezas de arte público del planeta", en tanto que especialistas detractores la consideran un "simple imán turístico" y critican el hecho de que, con fines de lucro, se impida el acceso a los visitantes, pues el sitio suele rentarse para eventos privados. Sin embargo, el éxito de la Puerta de la Nube es contundente, al ser además escenario de cintas como *Viviendo con mi ex* (2006), *8 minutos antes de morir* (2011), *Votos de amor* (2012) y *Transformers 4: la era de la extinción* (2014); sin olvidar que se ha convertido en un icono presente en *souvenirs*, prendas de vestir, artículos decorativos y otros. Incluso se han creado versiones del propio Kapoor en Houston, Texas y Nueva York, igual que réplicas como la de Karamay, China; todo con el afán de tener un espejo de sus propias urbes.

## PUERTA DE LA NUBE
(2004-2006)
**ANISH KAPOOR** (1954)
**PLACAS DE ACERO** (10 X 20 X 13 M)
**MILLENNIUM PARK, CHICAGO, ILLINOIS** (EUA)

### Sabías que...
En 2016, el Museo Universitario de Arte Contemporáneo, en la Ciudad de México, presentó la exposición *Arqueología: Biología*, integrada por 22 obras del escultor británico de origen indio Anish Kapoor.

**Fuentes:** *anishkapoor.com; archpaper.com, bbc.com, chicago.gov, chicagomag.com, choosechicago.com, millenniumparkfoundation.org, muac.unam.mx, nature.com, viajes.nationalgeographic.com.es, visitarchicago.com*

# VULCANO: UN DIOS EN LLAMAS

La mitología grecorromana tiene en la deidad del fuego a quien hoy en día es identificado como el señor de las armas. **Por Luis Felipe Brice**

En la serie de televisión *American Gods*, Vulcano es uno de los dioses de la Antigüedad que pretenden conservar su influencia en el mundo actual, dominado por nuevas deidades. Se trata de una divinidad romana que en dicha emisión televisiva, basada en la novela homónima de Neil Gaiman, se presenta como el señor de las armas. Un personaje acorde con el país donde ocurre la trama, Estados Unidos de América, cuya sociedad, cultura, economía y política externa giran en torno al armamentismo. Así pues, a diferencia de otros antiguos dioses —quienes deben luchar encarnizadamente por su lugar en un mundo donde las nuevas deidades son los medios masivos de difusión y las redes sociales—, Vulcano consigue hacerse de un sitio como fabricante de municiones. Para ello se alía con las modernas divinidades, sin importarle traicionar a sus vetustos colegas, aunque esta deslealtad, a la postre, le costará la supervivencia lograda.

A partir de la reinterpretación contemporánea de este dios, remontémonos a la antigua Roma, en donde Vulcano era la deidad del fuego, la forja, la metalurgia y los volcanes. De origen presumiblemente etrusco, su importancia era tal que en el Foro Romano existía un santuario denominado Volcanal dedicado a rendirle culto, y se llevaba a cabo en su honor una festividad anual: la Vulcanalia. Sus talleres se encontraban en el interior de montañas, y de sus hornos se desprendía el humo que salía de lo alto de estas formaciones geológicas a las cuales se les ha dado el nombre de... volcanes.

Siglos después, cuando el Imperio romano conquistó Grecia, se produjo una asimilación de la mitología griega por parte de la romana, empezando por las divinidades que integraban el Olimpo. De esta manera, Júpiter fue identificado con Zeus, Vesta con Hestia, Neptuno con Poseidón, Juno con Hera, Marte con Ares y Venus con Afrodita. Asimismo, Mercurio con Hermes, Ceres con Deméter, Febo con Apolo, Diana con Artemisa, Minerva con Atenea y Vulcano con Hefesto.

## De herrero divino...

Según la mitología griega, al aplicar su principal atributo (el fuego) en la metalurgia y la forja, Hefesto se distinguía de entre sus pares del Olimpo por ser el único industrioso y productivo. Incluso era considerado el patrón de los artesanos, en específico de los herreros, en quienes infundía la fuerza creativa y por lo cual celebraban en su honor las Hefestias. Además se le atribuía la creación de bellos y significativos objetos destinados a dioses y héroes, como el cetro y la égida de Zeus, la coraza de Heracles y el escudo de Aquiles. Por si fuera poco, se le consideraba el creador de la civilización al ser el inventor del fuego (factor del progreso humano), que les transmitió a los mortales a través de Prometeo.

En contraste con tan buena imagen de su figura divina, la existencia de Hefesto estuvo marcada por el rechazo, la tragedia y el desamor. Para empezar, se cuenta que su madre, la diosa Hera, lo concibió sin la participación de su esposo, el supremo Zeus, enojada porque este había hecho lo mismo al concebir a la hermosa Atenea.

### Sabías que...

Las palabras volcán, volcánico y vulcanismo provienen del nombre de Vulcano, el dios romano del fuego cuya morada estaba cerca de una montaña que arrojaba por su cúspide llamas, humo y lava.

**LUZ Y FUEGO.** *Venus en la fragua de Vulcano*, del pintor francés François Boucher.

Sin embargo, Hefesto nació tan feo y deforme que Hera, asqueada, horrorizada y avergonzada de haber dado a luz a tal engendro, lo tiró desde lo alto del Olimpo. Por suerte, el recién nacido cayó en el océano, de donde fue rescatado por las ninfas del mar Tetis y Eurínome, quienes lo criaron oculto en una gruta en la cual hizo sus pininos como herrero y llegó a ser el mejor en su oficio. Fue justo ahí donde, agradecido con sus protectoras, elaboró joyas para ellas y el escudo para Aquiles, el hijo de Tetis.

Enterada de la maestría de su hijo en la forja, Hera se arrepintió de haberlo arrojado de su lado y lo hizo volver al Olimpo para que continuara desarrollando con éxito el arte de dar forma a los metales. Hefesto la perdonó e incluso se enfrentó a Zeus por su causa. Semejante insolencia enfureció al todopoderoso, quien lo lanzó a la tierra con tal fuerza que se le rompieron las piernas. Desde entonces, Hefesto caminó sostenido por dos mujeres autómatas construidas por él mismo a manera de muletas.

FOTO: GETTY IMAGES

A pesar de su deformidad, a Hefesto se le relacionó con mujeres muy hermosas. Una de ellas fue "la bella Caris, que llevaba luciente diadema y era esposa del ilustre Cojo", según reporta Homero en la *Ilíada*. Otra fue Aglaya, "la esplendorosa" en griego antiguo, quien junto con Eufrosine y Talía conformaban las Cáritas o Gracias, hijas de Zeus y Eurínome. Sin embargo, el romance que más trascendió fue el que tuvo con Afrodita, diosa del amor y la belleza. A decir de algunas versiones, habría sido Zeus quien se la dio en matrimonio; de acuerdo con otras, había sido Hera. Lo cierto es que la unión fue un infortunio para Hefesto.

Habiendo sido obligada a casarse con el dios más feo, Afrodita le fue infiel con su hermano Ares, deidad de la guerra, con quien incluso procreó a Fobos y Deimos, las personificaciones del horror y el terror. Advertido de esta situación por Apolo, Hefesto sorprendió a los amantes en la intimidad, echando sobre ellos una red metálica para aprisionarlos y convocando al resto de los dioses para atestiguar tal deshonra. Afrodita y Ares lograron escapar cada uno por su lado, y el dios del fuego se convirtió en el hazmerreír del Olimpo.

## ... a señor de las armas

Identificado con Hefesto, Vulcano, dios romano del fuego, es asimilado como el herrero que forja y fabrica armas y otros utensilios para deidades y mortales. Según el mito, su lugar de trabajo se ubica en cavidades de montañas del sur de Italia; en específico dentro del volcán Etna, en cuyas entrañas se dice que halló el fuego necesario para instalar su fragua. Ahí laboraba sin cesar con la ayuda de cíclopes y las dos autómatas de su creación, que en el relato griego utilizaba de muletas y en la versión romana fungen de sirvientas, antecediendo remotamente la noción de robot.

A la intensa fragua en el interior del Etna se atribuye la no menos profusa salida de humo y fuego de este volcán, que ha registrado erupciones históricas, como la devastadora de 1669 y las más recientes de 2019, acompañadas de fuertes sismos.

Además de esta explicación de dichas manifestaciones geológicas a partir del mito, este también alimenta el gran imaginario colectivo que actualiza la figura del antiguo dios del fuego, percibiéndolo también como el moderno señor de las armas.

## OTROS DIOSES AMERICANOS

**Además de Vulcano, el viejo dios romano del fuego refrescado como el señor de las armas, otras deidades de la Antigüedad son traídas al presente a través de la serie de televisión (2017, 2019) basada en la novela homónima (2001) de Neil Gaiman.**

**Así por ejemplo, el personaje de Mr. Wednesday es Odín, dios supremo de la mitología nórdica; Chernabog conserva el nombre original de una deidad eslava, oscura y maligna; las Zoryas son tres divinidades integradas en una para servir a Dažbog, la deidad solar entre los eslavos; Mr. Nancy es Anansi, el dios araña, una deidad benigna de origen africano muy venerada en el Caribe; Low Key Lyesmith es Loki, el dios nórdico con reputación de mentiroso, y Ostara es la divinidad germánica que representa a la primavera y da su nombre a la Pascua (Easter).**

FOTOS: GETTY IMAGES

Fuentes: José Cueto, *Mitologías de la modernidad*, Salvat, Barcelona, 1982; M.R. Padilla, *Dioses mitológicos*, Edimat Libros, Madrid, 2002; Pierre Grimal, *Diccionario de mitología griega y romana*, Paidós, Barcelona, 1989; V. González, *Historia de la mitología griega y romana*, Casa Editorial Saturnino Calleja Fernández, Madrid, s/a; hipertextual.com, imdb.com, starz.com.

# EL SÍNDROME DEL PUEBLO LAVANDA

## Cuando la caza de pokémones se sale de control.

**Por Guadalupe Alemán Lascurain**

Los videojuegos suelen conducirnos a lugares llenos de enigmas y misterios... y no me refiero a lo que sucede dentro de la pantalla. Revisemos un oscuro secreto de *Pokémon* y su presunto impacto en la vida real.

### Érase que se era...

Hagamos un viaje imaginario a Tokio, Japón. Es 1997 y un niño de 13 años (llamémosle Takeshi) está jugando *Pokémon* en su Game Boy. Pronto llega a un sitio dentro del juego llamado "Pueblo Lavanda". Ahí se erige la siniestra Torre Pokémon: un edificio de ocho pisos en donde los entrenadores dejan reposar a sus pokémones difuntos.

Está infestado de fantasmas y de pokémones salvajes. El Pueblo Lavanda también es el hogar del espectro de la madre de Cubone (nota para los no iniciados: Cubone es un personaje parecido a un pequeño dinosaurio. No se le ve el rostro porque trae puesto a modo de casco el cráneo de su difunta madre. Llora constantemente y se dice que no podrá evolucionar hasta que haya superado la muerte de su progenitora. Sí, ya sé.... tristísimo.)

Total, mientras Takeshi juega en el Pueblo Lavanda, sufre un leve dolor de cabeza que evoluciona (igual que los pokémones) hasta convertirse en una migraña insoportable.

Pasan los días y el niño empieza a presentar síntomas inquietantes: le sangra la nariz, se vuelve agresivo, se autolesiona grabándose caracteres en la piel, cae en una profunda depresión y, por último, para no hacerles el cuento largo, se suicida.

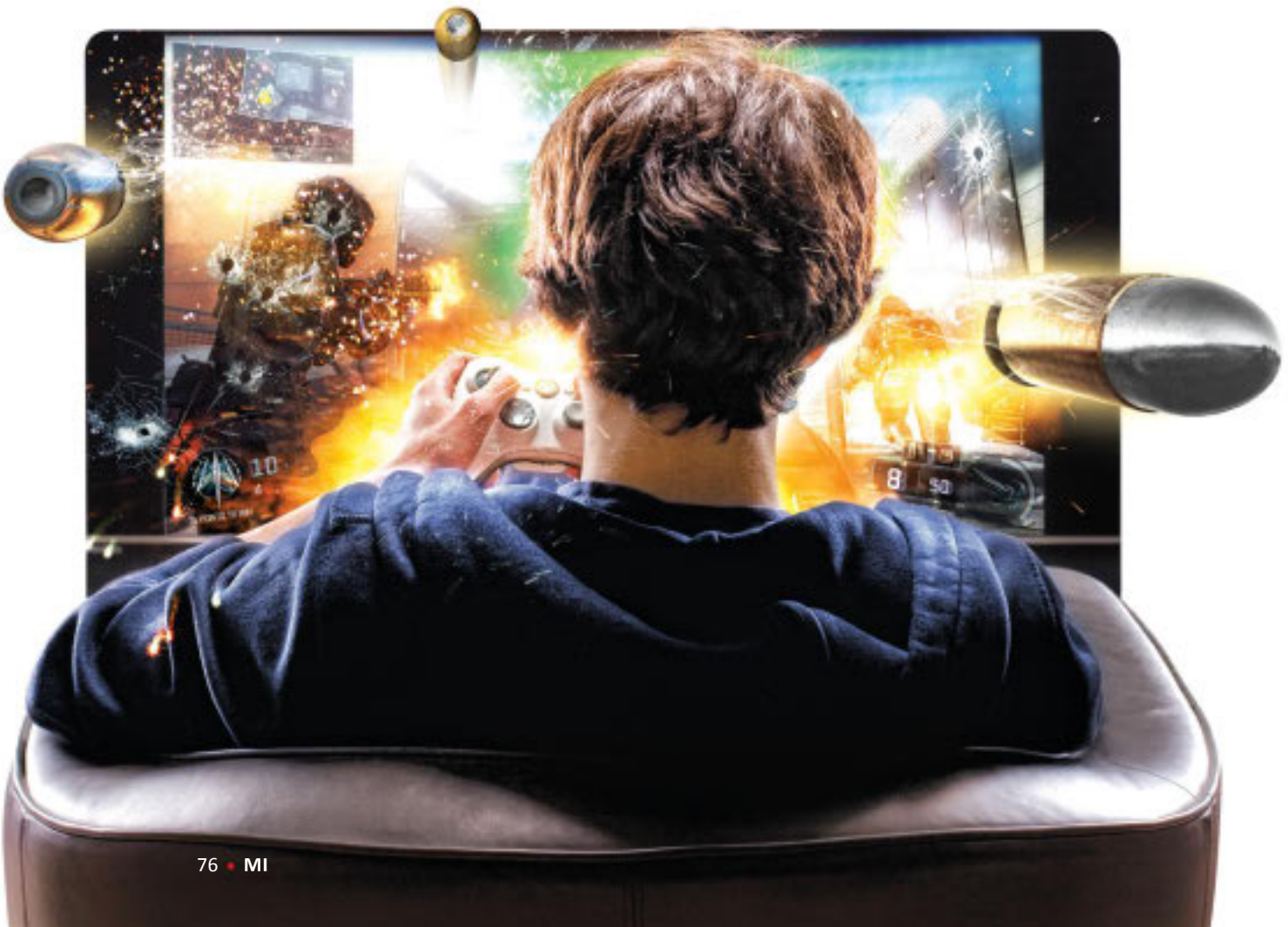
Demasiado tarde, los padres de Takeshi descubren que el caso de su hijo no fue aislado; que miles de niños japoneses presentaron síntomas idénticos antes de acabar con sus vidas. Todos tenían algo en común: habían comprado el *Pokémon Verde* o *Rojo* y guardado la partida en el Pueblo Lavanda.

Tras el escándalo desatado, las investigaciones señalaron a Shin Nakamura, uno de los fundadores de Game Freak (la productora de videojuegos de *Pokémon*). Su trágica historia merece un capítulo aparte...

### ¿Conspiración macabra?

El señor Nakamura estaba casado con Satou Harue, la diseñadora de sonidos que había compuesto la música del Pueblo Lavanda. Ambos tenían un hijo llamado Ken.

Una noche, Ken fue brutalmente asesinado. Su cadáver fue hallado con audífonos puestos, hemorragia cerebral y los *kanjis* de la palabra "emperador" caligrafiados



con sangre sobre su piel. Poco después del asesinato de Ken, y justo el día del lanzamiento del videojuego, Shin Nakamura se suicidó colgándose en el bosque de Aokigahara. Dejó la siguiente nota para su mujer: "Esta noche es el inicio de una nueva era para el Japón, un nuevo imperio del cual yo espero ser responsable. No puedo retrasarme para ver mi creación, pues esta comenzará en unos meses. Nuestro querido Ken será el primer mártir del imperio, caído con muchos otros niños. El fénix renacerá de sus cenizas, el segundo gran imperio japonés... ¡te lo aseguro!".

El señor Nakamura planeaba alcanzar este futuro glorioso valiéndose de la música del Pueblo Lavanda. Se descubrió que, al llegar a esa etapa del juego, los menores de 14 años percibían una tonada binaural (no audible para los adultos) que les llenaba la cabeza de extraños murmullos, conduciéndolos a una serie de actos violentos que culminaban en el suicidio. Según Nakamura, la exposición de los infantes al *soundtrack* del Pueblo Lavanda forjaría una nueva generación de guerreros dispuestos a matar y morir por la futura patria.

## Cuéntame una de vaqueros

Si lo que acaban de leer les pareció inverosímil, tienen razón. Es falso. Repito, es falso. Pueden llamarme mentirosa o reconocer esta mentira como un tipo muy particular de ficción. Se trata de una *creepypasta*, es decir: una historia de terror que ronda por internet diseñada para dejar en *shock* al lector. Su hábitat natural es *Creepypasta Wiki*, un sitio web que recopila ficciones creadas, corregidas y aumentadas por los mismos usuarios.

A pesar de la procedencia del relato (y de sus obvias incongruencias), mucha gente jura que "el síndrome del Pueblo Lavanda" es real. En parte se debe a que salió de internet (ese ecosistema cognitivo en donde coexisten verdades, posverdades, noticias serias y *fake news*), pero también a que el relato ayuda a satanizar los videojuegos.

Y es que seamos honestos: en nuestro afán por proteger a los niños tendemos a aceptar a ciegas el lugar común de que los videojuegos generan violencia gratuita. También conocemos casos lamentables de jóvenes que incurren en actos violentos, supuestamente inspirados por un videojuego. ¿Pero qué dicen los especialistas?

**Tendemos a aceptar ciegamente que los videojuegos generan violencia gratuita.**

**DEMANDAS MUDAS.** Tras el ataque en la escuela Marjory Stoneman Douglas High School en Parkland, Florida, la comunidad se manifestó contra la venta de armas. Igual que en episodios similares, no se logran cambios en la legislación de EUA.

## Nivel desbloqueado

El 14 de febrero de 2018, Nikolas Cruz, de 19 años, abrió fuego contra sus compañeros en la secundaria Marjory Stoneman Douglas en Parkland, Florida. En el suceso murieron 17 personas y 14 más fueron hospitalizadas. La administración de Trump advirtió que la culpa era de los videojuegos... porque claro, eso es mucho más cómodo que revisar la legislación sobre la venta de armas o la negligencia del *sheriff* que ignoró las amenazas previas emitidas por el asesino. Uno de los expertos consultados a raíz de la masacre fue Christopher J. Ferguson, doctor en psicología clínica y profesor en la Universidad de Stetson, en Florida, quien ha hecho varios estudios sobre la correlación entre los videojuegos y la violencia, considerando factores como el ambiente familiar, los rasgos antisociales y la depresión. "Los padres de un niño normal y sano que se preocupan porque los videojuegos de acción lo vayan a inspirar para cometer un crimen horrible son como los padres de los años 80 que se preocupaban porque sus hijos escucharan *heavy metal*. Francamente, los videojuegos no son un problema", comentó acerca de Parkland.

Ferguson y su colega, el también profesor y doctor en psicología Patrick Markey, escribieron el libro *Moral Combat: Why the War on Violent Videogames is Wrong* (*Combate moral: por qué la guerra contra los videojuegos violentos está equivocada*). Una de las tesis del libro puede resumirse así: no hay ningún estudio científico que demuestre la relación entre los videojuegos y la comisión de delitos violentos.

## Vidas extra

Otros expertos se enfocan en los efectos positivos de ser *gamer*. Como Jane McGonigal, investigadora, diseñadora de videojuegos y defensora del uso de la tecnología digital para mejorar la calidad de la vida, quien explica que todo *gamer* acepta voluntariamente una serie de obstáculos que debe resolver para avanzar en la historia del juego, adquirir nuevas habilidades y pasar al siguiente nivel. Así pone a prueba su inteligencia, experimenta con posibles soluciones y genera diversas hipótesis para resolver sus problemas. En otras palabras, aprende y experimenta los pasos del método científico.

Por otra parte, la profesora Simone Kühn, del Instituto Max Planck de Desarrollo Humano de Berlín, demostró que las personas que consumen videojuegos registran un aumento de masa cerebral.

Sobran razones válidas para restringir a los niños el uso de los videojuegos: desde su carácter adictivo hasta el hecho de que muchos menores han dejado de jugar al aire libre por estar pegados a la pantalla, pero ese es otro tema. De ahí a que *Pokémon* transforme a nuestros críos en zombis asesinos existe un recorrido mucho más complejo que todo el universo de Zelda.

FOTOS: GETTY IMAGES; FOTOARTE: JOSÉ ANTONIO DÍAZ DE LEÓN

Fuentes: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21161351, https://creepypasta.fandom.com/es/wiki/Categor%C3%ADa:Pok%C3%A9mon

**SAQUEO Y DESTRUCCIÓN.** Villa y sus hombres causaron serios estragos al pueblo de Columbus, Nuevo México, que comparte frontera con Puerto Palomas, Chihuahua.

# FUEGO EN COLUMBUS

## El día en que Pancho Villa invadió Estados Unidos y se convirtió en leyenda. **Por Georgina Vega**

En agosto de 1814, la marina británica desembarcó en las costas de Maine y luego ocupó Washington. Fue la primera invasión que sufrió suelo estadounidense; la segunda llegó un siglo después encabezada por el duranguense Doroteo Arango, mejor conocido como Francisco Villa.

El 9 de marzo de 1916, el revolucionario junto con 500 hombres cruzó la frontera y atacó el pueblo de Columbus, Nuevo México. Como respuesta, el gobierno de Estados Unidos (EUA) ordenó una expedición a México, integrada por 5,000 soldados al mando del general John J. Pershing para capturar al llamado "Centauro del Norte", lo que estuvo a punto de provocar una guerra con México por la violación a su soberanía.

### Asalto en Santa Isabel

Después de ser derrotado en Agua Prieta (Sonora) por las tropas carrancistas a cargo de Álvaro Obregón en noviembre de 1915, Villa se replegó en Chihuahua, donde reorganizó a su ejército y empezó a planear su siguiente golpe militar.

La relación entre los gobiernos de EUA y México había mejorado notablemente, pero eso no duró. El 10 de enero de 1916, soldados villistas asaltaron un tren donde viajaban empleados de una compañía minera estadounidense cerca del pueblo de Santa Isabel (Chihuahua). A punta de pistola los obligaron a bajarse y fusilaron a 18, lo que causó indignación en EUA.

El Centauro se deslindó del asalto, aunque dos meses después, una noticia en las primeras planas del *New York Times* y otros importantes periódicos lo puso en la mira del presidente estadounidense Woodrow Wilson: se atrevió a invadir Columbus.

### Los motivos de la invasión

De acuerdo con el historiador austriaco Friedrich Katz, el revolucionario tenía dos motivos para atacar aquel pueblo fronterizo: no sólo estaba furioso porque Wilson apoyaba el gobierno de Venustiano Carranza, sino que también deseaba vengarse de Samuel Ravel, un comerciante judío que residía en Columbus y le había vendido armas durante muchos años.

**PANCHO VILLA.**

## 5 datos sobre El Centauro del Norte

1. En enero de 1914, Pancho Villa firmó un contrato con una compañía de Hollywood en el que se comprometía a dejar filmar sus batallas a cambio de 2,500 dólares.
2. Cada año se conmemora el ataque a Columbus el fin de semana más cercano al 9 de marzo con una cabalgata binacional.
3. John J. Pershing, el general al mando de la expedición para capturar a Villa, encabezó al ejército norteamericano en la Primera Guerra Mundial.
4. Pancho Villa y su ejército, la División del Norte, derrotaron al gobierno de Victoriano Huerta en 1914.
5. El nombre completo de Villa era José Doroteo Arango Arámbula.

FOTOS: GETTY IMAGES

Resulta que a principios de 1916, Ravel le debía unos rifles Springfield. Entonces el revolucionario, muy enojado, mandó al coronel Calendario Cervantes para pedirle al comerciante que enviara las armas o regresara el dinero que se le había dado por anticipado. Ravel se negó rotundamente, lo cual alimentó en Villa el ánimo de venganza, según el periodista Silvestre Terrazas, autor del libro *El verdadero Pancho Villa*.

La mayoría de las tropas villistas que participaron en la invasión fueron reclutadas en Namiquipa, ya que muchos de sus hombres habían desertado tras la derrota de Agua Prieta. A finales de febrero Villa decidió atacar Columbus. Salió desde la Hacienda de San Jerónimo y el 9 de marzo de aquel año irrumpió en territorio estadounidense antes del amanecer.

## ¡Viva Villa!

Quinientos soldados villistas cruzaron la frontera alrededor de las 4:10 de la madrugada. El ejército entró a Columbus en dos columnas: una atacaría la guarnición militar de lugar y la otra el pueblo, de apenas 400 habitantes. Al grito de "¡Viva Villa! ¡Mueran los gringos!", ambas entraron a todo galope tirando balazos.

La segunda columna saqueó los negocios y las viviendas, además de prenderle fuego a la plaza principal y quemar la casa y el hotel de Ravel, a quien buscó de casa en casa, sin éxito, porque días antes se había ido a Texas. Mientras, la primera columna fue directamente a la guarnición militar, donde había 600 soldados. Ello tomó por sorpresa a los villistas, quienes al ser superados en número se replegaron tras un breve enfrentamiento.

Uno de los soldados de la primera columna cometió el error de prenderle fuego a la tienda Lemon and Payne, que estaba repleta de artículos inflamables, lo cual provocó muchas bajas entre los villistas. Con el fuego, la calle quedó iluminada por completo y eso ayudó a que la gente y las tropas estadounidenses dispararan con mejor puntería contra los invasores. El Centauro del Norte, que se había quedado en la retaguardia con un pequeño grupo, ordenó la retirada a las 7:30 de la mañana. El saldo de muertos fue de 14 estadounidenses (siete soldados y siete civiles), mientras que las bajas villistas sumaron entre 70 y 100.

**VENGANZA.** Tropas de EUA marchan hacia México para buscar a Villa. Entre ellos venía un joven George Patton.

# Las tropas de Pancho Villa atacaron Columbus al grito de: "¡Viva Villa! ¡Mueran los gringos!".

## La expedición punitiva

El gobierno de EUA ordenó una expedición punitiva para capturar a Villa. El 13 de marzo ingresaron a Chihuahua 5,000 hombres a cargo del general John J. Pershing con un único propósito: "Castigar a Villa, como una ayuda amistosa a las autoridades mexicanas sin menoscabo de su soberanía". Por su parte, Carranza vio la medida como "una invasión formal del territorio mexicano", y exhortó a la población a prepararse para cualquier emergencia.

Mientras las fuerzas extranjeras continuaban internándose en Chihuahua en busca del Centauro del Norte, ambos gobiernos decidieron sentarse en la mesa de diálogo: Hugh Scott y Álvaro Obregón firmaron un protocolo en el que acordaron el retiro paulatino del ejército estadounidense. No obstante, Carranza no estuvo de acuerdo y amenazó con atacar a las tropas norteamericanas si avanzaban hacia el sur. Ignorando las advertencias de Carranza, continuaron la búsqueda, pero sin hallar ningún rastro del Centauro.

### Sabías que...

Villa fue el único latinoamericano que se animó a invadir Estados Unidos.

"Me siento un poco como un hombre que busca una aguja en un pajar", escribió el general estadounidense.

El 29 de marzo, el ejército invasor tuvo su primer enfrentamiento con tropas villistas. El revolucionario se ocultó en las montañas, mientras que sus tropas seguían repeliendo a los norteamericanos. El 12 de abril el ejército invasor llegó a Parral, donde la población completa se armó y atacó a una columna de la expedición.

Dos meses más tarde, en El Carrizal, las fuerzas carrancistas encabezadas por Félix Uresti Gómez se enfrentaron a los estadounidenses al intentar impedirles el paso, lo cual dejó como saldo dos muertos y varios heridos de ambos bandos. Sin embargo, en esta ocasión los mexicanos resultaron victoriosos: lograron capturar a 17 miembros del ejército enemigo.

## El fin de la búsqueda

Tras este hecho, ambos gobiernos decidieron continuar con el diálogo, pero Wilson seguía condicionando la retirada de sus tropas, lo que Carranza no estaba dispuesto a aceptar. Presionado por lo que estaba ocurriendo en Europa debido a la Primera Guerra Mundial, el presidente de Estados Unidos optó por retirar su ejército.

El 5 de febrero de 1917, casi un año después, las últimas tropas norteamericanas (que llegaron a sumar cerca de 15,000) salieron de territorio mexicano y sin capturar a Pancho Villa, quien fallecería asesinado seis años después en Parral, Chihuahua.

FOTOS: GETTY IMAGES

**Fuentes: *La revolución interrumpida*, de Adolfo Gilly, de Ediciones Era; *Pancho Villa*, de Friedrich Katz, Ediciones Era; e *Historia de México*, Volumen II, de Gloria M. Delgado de Cantú, Pearson.**

**1971**
Nace Elon Musk el 28 de junio en Pretoria, Sudáfrica.

**1981**
A los 10 años descubre el mundo de la computación con una Commodore VIC-20.

**1983**
A los 12 años desarrolla y vende en 500 dólares su primer *software*: el juego *Blastar*, a la empresa Spectravideo.

**1989**
Se muda a Canadá para evitar el servicio militar y estudiar en la Queen's University. Ahí conoce a Justine Wilson, su futura esposa.

**1992**
Da el salto a EUA para estudiar Física y Economía en la Universidad de Pensilvania.

**1995**
Se muda a California. Junto a su hermano menor Kimbal y 28,000 dólares fundó su primera compañía: Zip2.

1970 · 1980 · 1990

Es hijo de Errol Musk, un exitoso ingeniero sudafricano, y de Maye Musk, una modelo canadiense. Se divorciaron cuando Elon tenía 10 años.

Fue víctima de bullying en la escuela, hasta que a los 15 años tomó clases de defensa personal. Dice que esas experiencias le ayudaron a ser quien hoy es.

Trabaja entre 80 y 90 horas a la semana. Muchos de sus empleados y exempleados dicen que es tiránico, y puede echar a alguien de una junta a gritos si considera que no aporta lo necesario.

# EL INVENTOR RUMBO A MARTE

Elon Musk no es un empresario como cualquier otro. Ni siquiera es tan relevante, en su caso, que sea uno de los hombres más ricos del mundo (número 28, con más de 23 mil millones de dólares). Su verdadera importancia es que quiere detener el calentamiento global y colonizar Marte. Como él mismo ha expuesto, nunca fue su meta convertirse en un hombre rico, sino garantizar la supervivencia de nuestra especie. **Por José Manuel Vallinas**

ILUSTRACIÓN: ALETS KLAMROTH

**1999** Compaq compra a Zip2 en 307 millones de dólares. Musk funda X.com; luego sería PayPal.

**2000** Se casa con Justin

**2002** Funda SpaceX.

**2003** Funda Tesla, el principal fabricante de autos eléctricos.

**2008** Se divorcia de Justine Musk, pero por otro lado SpaceX gana un contrato por 1,600 mdd con la NASA.

**2010** Se casa por primera vez con la actriz Talulah Riley. La pareja se divorció en 2012, se casó nuevamente en 2013. Todo terminó en 2016.

**2014** Musk anuncia que todas las patentes de Tesla serán liberadas para que cualquier persona o compañía las pueda usar.

**2017** Tesla cerró el 2017 con una pérdida de 2,240 mdd.

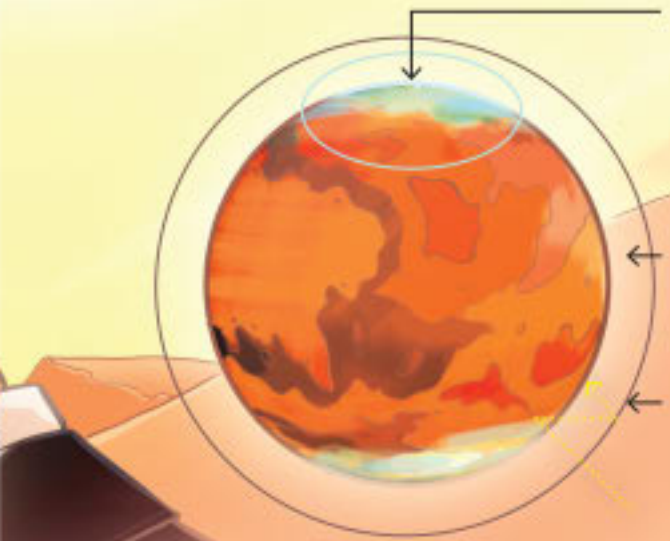
**2019** Tesla vendió 367,500 autos en el año y su valor de mercado de 84,000 mdd, supera a los de General Motors y Ford juntos.

2000 · 2010 · 2020

**Obsesionado desde niño con los viajes espaciales, Musk pretende dirigir toda la tecnología de sus proyectos para colonizar el espacio. "Es posible construir ciudades autosustentables en Marte para 2050", ha dicho.**

## Terraformación de Marte

La idea es transformar el planeta para que tenga condiciones favorables para la vida, "construyendo" su atmósfera.



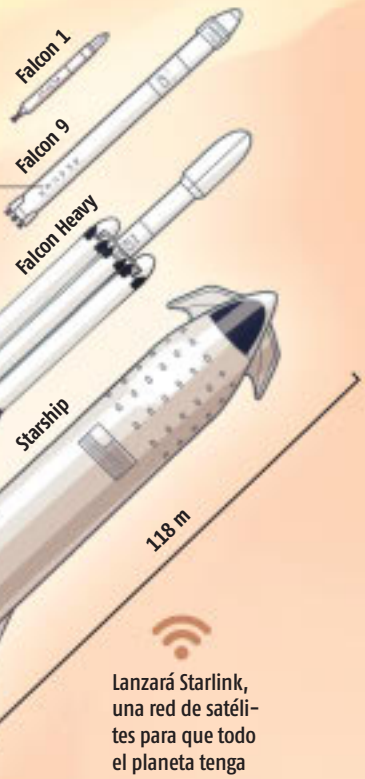
Calentando el planeta y derritiendo las abundantes reservas de agua congelada de sus polos.

En su atmósfera abunda el dióxido de carbono.

Ese gas es favorable al efecto invernadero, puede atrapar la radiación solar.

## SpaceX

desarrolló los cohetes Falcon 1, 9 y Heavy, y la Starship, con la que quiere enviar seres humanos a colonizar Marte.




SpaceX hace historia con el lanzamiento de su cohete Falcon 9 con una cápsula no tripulada con 450 kilos de provisiones para la EEI.

Otro Falcon 9 pone en órbita el satélite Deep Space Climate Observatory (DSCOVR)

Lanzará Starlink, una red de satélites para que todo el planeta tenga internet.

**Otra carrera.** Musk sorprendió en enero al lanzar la canción "Don't Doubt Ur Vibe".

**"Si las cosas no están fallando, es que no estás innovando lo suficiente".**

## Otros sueños

**Hyperloop.** Quiere crear un transporte de tubos al vacío, capaz de llevar a los pasajeros de Los Ángeles a Las Vegas en 10 minutos.

**SolarCity.** Fabrica e instala paneles solares con costos cada vez más bajos, de modo que, como sueña Musk, llegue un punto en el que todo el planeta utilice sólo energía solar.

**Neuralink.** Desarrolla interfaces cerebro-computadora, de modo que enfermos parapléjicos, por ejemplo, puedan hacer una vida casi normal, con la estimulación cerebral directa. La idea es llegar a una simbiosis total.

Fuentes: *The Verge, Reuters, Forbes, Investopedia, Britannica.*

# EL CLUB DE LA PELEA CIENTÍFICO

## ¿Quién será el líder de la era eléctrica? ¿Qué enfoque debe tener el psicoanálisis? Batallas científicas que llegaron al cine. Por Olivier Fuentes

Hay una noble labor que lleva a cabo todo cineasta cuando decide trasladar a la pantalla grande la vida de algún hombre de ciencia: es la de lograr que el público conozca la obra de ese científico, el contexto en el que se logró y, por supuesto, la importancia que para la humanidad tiene dicha obra. Claro, hay una enorme ganancia cuando además se consigue despertar la curiosidad científica en el espectador. En tal caso, nos interesan aquellos logros que surgen en medio de un conflicto, casi siempre entre lados opuestos de la ciencia. Así que, tomando el reciente estreno de *Una guerra brillante*, veamos algunos ejemplos de estas cintas.

### Pleito de tres

*Una guerra brillante* trata de la batalla entre Thomas Edison (Benedict Cumberbatch) y George Westinghouse (Michael Shannon) por iluminar a Estados Unidos en la década de 1890. El filme muestra una versión muy libre de la rivalidad entre ambos que, por desgracia, no consigue transmitir la intensidad necesaria para tomar un bando; aunque es inevitable sentir inclinación hacia Westinghouse, que resulta el personaje mejor construido de la producción.

El guion divaga tanto entre las explicaciones de la corriente directa de Edison y la corriente alterna de Westinghouse (y más adelante, Nikola Tesla, cuya participación resulta muy superficial), los conflictos familiares de Edison y la construcción de la primera silla eléctrica, que en el resultado final no se concreta una supuesta batalla científica entre los dos titanes de la industria eléctrica. Así, aunque *Una guerra brillante* gana puntos por su fotografía y diseño de producción, falla en el propósito de dar a conocer la labor de los científicos y, peor aún, en despertar interés hacia el nacimiento de la era eléctrica.

Por fortuna, las batallas científicas tienen mejores resoluciones en otras películas, como ahora veremos.

### Demasiado candente

Develar el papel que juega el sexo en la sociedad y los tabúes que existían alrededor de este en las conservadoras décadas de 1940 y 1950 ya es en sí una gran batalla. Eso pasó con Alfred C. Kinsey, interpretado por Liam Neeson en *Kinsey, el científico del sexo*, filme dirigido por Bill Condon que muestra cómo el otrora biólogo de la Universidad de Indiana decide convertirse en estudioso de la conducta humana casi por casualidad.

A partir de que una pareja de estudiantes recién casados le pide a Kinsey consejos sobre sexualidad, él se da cuenta de que prácticamente no existe información académica al respecto. Así inicia su labor de investigación que le llevó a entrevistar a más de 800 personas a lo largo del país acerca de sus conductas sexuales, y a la publicación en 1948 del libro *Sexual Behaviour in the Human Male*. En la trama vemos cómo ese libro fue un bombazo para la sociedad conservadora de la época por acabar con tabúes de la masturbación y homosexualidad, aunque para mal, Kinsey resultó víctima de

FOTOS: BAZELEVS COMPANY; FILM RITES; THUNDER ROAD PICTURES

## ERRORES CIENTÍFICOS EN EL CELULOIDE

**Hoy en día, cuando una cinta trata algún tema científico, la producción no arranca si no tiene un asesor científico: así evita caer en errores vergonzosos, pero en su eterna búsqueda de la espectacularidad, en el cine hollywoodense suelen saltarse algunas leyes físicas o cuestiones por demás lógicas.**

### *Explosiones en el espacio*

Las explosiones de naves en el espacio que vemos en sagas como *Star Wars* deberían ser sólo fugaces flamazos. Para que ocurra una explosión se requiere oxígeno, y en el espacio no lo hay, sólo habría en el interior de la nave y, al quedar expuesta, se consumiría con rapidez.

### *Ampliaciones de HD*

Eso de "ampliar la imagen" de las grabaciones de las cámaras de seguridad sin perder definición... sólo pasa en el cine.

### *ADN para un dinosaurio*

En *Parque Jurásico*, varias razas de dinosaurios se recrean a partir del ADN encontrado en mosquitos preservados en ámbar. En realidad, tras tantos años, ese ADN estaría descompuesto y no podría utilizarse.

### Sabías que...

Como preparación para interpretar a Freud, Viggo Mortensen fumaba los cigarrillos daneses de la colección de su abuelo. De hecho, a sugerencia del actor, Freud aparece fumando en prácticamente cada escena de *Un método peligroso*.

la caza de brujas que imperó en los Estados Unidos en esos años 50. Condon consigue dar fuerza a la historia con la labor de Neeson, que muestra a un Kinsey entregado por completo a su investigación, tanto así que los sujetos de estudio son tratados sólo como eso.

## Necesitan terapia

Otro filme que debate sobre el sexo como objeto de estudio es *Un método peligroso*, de David Cronenberg, donde vemos la naciente amistad, después derivada en ruptura, entre Carl Gustav Jung (Michael Fassbender) y Sigmund Freud (Viggo Mortensen).

Cuando Sabina Spielrein (Keira Knightley), presa de severos ataques de histeria, queda bajo cargo de Jung, este aplica el tratamiento desarrollado por Freud. A raíz de eso, ambos científicos se conocen y establecen amistad y una relación maestro-alumno. Freud ve a Jung como el digno sucesor y vocero del psicoanálisis.

El enfrentamiento llega cuando Freud establece que su labor es encontrar las causas de las enfermedades de los pacientes, no la cura; mientras que Jung insiste en que se debe ayudarlos. Las cosas empeoran cuando Jung y Spielrein se convierten en amantes y él pide incluir cuestiones paranormales como temas de investigación, a lo que Freud se niega, ya que le quitaría seriedad y rigor científico a sus teorías.

La película muestra la relación a través de largos diálogos, porque es una adaptación de la obra teatral *The Talking Cure*. La maestría de Cronenberg reside en que, aunque *Un método peligroso* carece de grandilocuentes escenas de enfrentamientos entre ambos científicos, el conflicto queda establecido de manera rotunda a través de los certeros diálogos. Por si fuera poco, cumple la labor científica de despertar en el espectador el interés por el psicoanálisis.

## Lucha por pertenecer

En la historia del matemático indio Srinivasa Ramanujan, *El hombre que conocía el infinito*, no hay conflicto en apariencia. Ramanujan (Dev Patel) es un joven de profundas raíces religiosas que tiene un talento natural para las matemáticas. El problema es que el talento está "en bruto", ya que carece de instrucción formal .

En búsqueda de alguien que se interese por las fórmulas que desarrolla como quien pinta un cuadro, Srinivasa consigue la atención del matemático G.H. Hardy (Jeremy Irons), quien lo invita al Colegio Trinity, de la Universidad de Cambridge.

El problema sucede cuando el apasionamiento y la urgencia de publicar las fórmulas de Ramanujan chocan ante la meticulosidad y el rigor académico de Hardy, quien, aunque sorprendido por la aparente exactitud de las fórmulas, insiste en que deben seguir un riguroso proceso de prueba. Sin embargo, el mayor choque se da entre el ateo recalcitrante y antisocial que es Hardy, contra la profunda religiosidad de Ramanujan, quien dice que las fórmulas le llegan por inspiración divina.

Ramanujan también debe luchar contra los prejuicios de la estrecha sociedad estudiantil inglesa y contra su frágil salud, que lo arrincona cada vez más. El director Matt Brown logra crear una atmósfera que favorece la empatía con los personajes principales y con sus logros, aun cuando el tema central del filme puede que no sea de la total comprensión del público.

FOTOS: GETTY IMAGES; LUCASFILM; UNIVERSAL PICTURES / AMBLIN ENTERTAINMENT; MGM; 20TH CENTURY STUDIOS; 30 BONES CINEMA; 79TH & BROADWAY ENTERTAINMENT

### *Ni quema*

En varias ocasiones vemos a personas que caminan tranquilamente rodeadas de lava y sólo se quema quien la toca o cae en ella. Por la simple emisión de calor, la lava ardiente quemaría igual por el hecho de estar cerca de ella.

### *Larga distancia de verdad*

Cuando hay comunicación entre astronautas y la Tierra, las conversaciones son tan fluidas como si fuera por celular. En la realidad hay una demora por la distancia.

### *Autos submarinos*

En *La espía que me amó*, el Agente 007 se lanza al agua en su auto Lotus, que de inmediato se sumerge y se convierte en submarino. En realidad, un coche estaría lleno de aire, por lo que no podría hundirse al instante tras caer al agua.

MUY GAMER

## DRAGON BALL Z: KAKAROT. UN MITO INDESTRUCTIBLE

**No luches como Goku, sé Goku. Esa es la propuesta de este juego de acción protagonizado por el legendario héroe —Goku, sí, ¿cómo lo has adivinado?— de *Dragon Ball*, un manga que apareció en 1984 y dio lugar a una interminable serie de dibujos animados y un alud de videojuegos. Ya sabes, la cosa va de enfrentarse —solo o con ayuda de otros personajes— a un surtido de supervillanos dotados de diversos poderes en un universo épico, mágico y que sigue unas reglas más bien chifladas. Diversión con un punto nostálgico. Disponible el 17 de enero para PC, PS4 y Xbox ONE.**

**EL JUEGO** te mete en la piel de Goku, que pelea, entrena, come, pesca..., y en la de varios de sus rivales y aliados, como Vegeta.

# ¿NO VISTE POR AHÍ MI RELOJ?

**Más allá de su utilidad para medir el tiempo, los relojes monumentales han sido elementos centrales de la arquitectura, adquiriendo con ello el estatus de obras de arte... y sí, ni cómo perderlos.** Por Luis Felipe Brice

**MAKKAH ROYAL**

Es el nombre del lujoso hotel que ostenta al reloj arquitectónico más alto del mundo, a 450 m de los poco más de 600 que tiene de altura este rascacielos del complejo hotelero, inmobiliario y comercial Abraj Al-Bait, inaugurado en 2011, en el corazón de La Meca (Arabia Saudita). Dicho reloj es además el más grande del mundo, con sus cuatro carátulas de 43 m cada una, lo cual permite ver la hora que marca a más o menos 25 km de distancia. Detrás de la maquinaria relojera se encuentra un museo en donde se explican la estructura y funcionamiento de la misma, así como diversos aspectos del universo.

**TORRE DE LA PAZ**

Este edificio fue erigido entre 1916 y 1927 en memoria de los 65,000 soldados canadienses caídos durante la Primera Guerra Mundial, sustituyendo a la Torre Victoria, destruida por un incendio. Se levanta al centro del conjunto arquitectónico de estilo neogótico que alberga el Parlamento de Canadá, en Ottawa, capital del país. Mide poco más de 90 m y sus 53 campanas de distintos tamaños (desde 4.5 hasta algo más de 10,000 kg) marcan con su repique el paso del tiempo. Su reloj, de cuatro caras de 4.8 m de diámetro fue fabricado por la empresa The Verdin Company en Cincinnati, Ohio (EUA).

**RELOJ ASTRONÓMICO DE PRAGA (ORLOJ)**

Se trata de otro de los más antiguos relojes arquitectónicos que existen hoy en el orbe. Construido en 1410 por un relojero y un matemático y astrónomo, se encuentra en el antiguo Ayuntamiento de Praga, en República Checa. Como su nombre lo advierte, no sólo marca las horas: también proporciona datos astronómicos como la posición del Sol y la Luna en el firmamento. Lo acompañan las figuras animadas de los 12 apóstoles de Cristo y varias otras figuras estáticas. Asimismo, lo complementa en la parte inferior un calendario circular que representa los 12 meses del año.

FOTOS: GETTY IMAGES

## REAL CASA DE CORREOS

Hoy en día sede de la Presidencia de la Comunidad de Madrid, es el edificio más emblemático de la plaza Puerta del Sol en esa urbe de España. Uno de los elementos que le da su carácter icónico es el reloj que se ostenta en la torrecilla construida ex profeso en 1855. Sin embargo, para disgusto popular, su mal funcionamiento lo hacía inexacto. Por fortuna, en 1866, el relojero José Rodríguez Losada donó e instaló el reloj que desde entonces opera con gran exactitud. A tal grado que se le confía el repique de las 12 campanadas que anuncian la llegada de cada nuevo año.

## RELOJ MONUMENTAL DE PACHUCA

Ubicado en la Plaza Independencia de Pachuca, Hidalgo, fue inaugurado en 1910, para conmemorar el centenario del México independiente. Desde entonces es emblema de esa ciudad. Su torre de cantera labrada y remate de cobre, de estilo neoclásico y 40 m de alto, fue diseñada por el arquitecto Tomás Cordero y construida por los ingenieros Luis Carreón y Francisco Hernández. La maquinaria del reloj de cuatro caras es similar a la del Big Ben de Londres, donde fue adquirida. Su imponente presencia inspiró al poeta Genaro Guzmán Mayer a describirlo como "El reloj: ¡Hamlet erguido/ con su alma solitaria!".

## BIG BEN

Aunque en realidad este es el nombre de la gran campana en su interior, así se le conoce popularmente al reloj de cuatro caras de la Torre Elizabeth, que forma parte del Palacio de Westminster (sede del Parlamento), en el corazón de Londres. El edificio, de estilo neogótico, mide 96 m de altura. Su construcción en piedra se inició en 1843 (tras el incendio del recinto parlamentario en 1834) y concluyó en 1859, siendo desde entonces el máximo icono de la capital del Reino Unido y escenario de películas, series y documentales, además de ser la principal atracción turística de dicha ciudad.

FOTOS: GETTY IMAGES

## TORRE DEL RELOJ (ZYTGLOGGE)

Enclavado en el corazón de Berna, Suiza, he aquí uno de los relojes monumentales más antiguos del planeta. El edificio que lo contiene data de alrededor de 1220 y originalmente formaba parte de la fortificación de la ciudad. Hacia 1344 dejó de ser tal para convertirse en prisión y, luego de un incendio ocurrido en 1405, fue reconstruido como torre del reloj. Desde entonces marca el tiempo de la urbe, auxiliado por varias figuras animadas que representan un espectáculo de gran atractivo turístico, y complementado por un reloj astronómico que se añadió en el siglo XVI.

### TORRE MONUMENTAL

En la Plaza Fuerza Aérea Argentina (antes Plaza Británica) en el barrio del Retiro, en Buenos Aires, se alza este edificio otrora denominado Torre de los Ingleses, porque migrantes de esa nacionalidad lo construyeron, inaugurándolo en 1916. El reloj se encuentra a 45 m de los 60 que mide el edificio, inspirado en muchos aspectos arquitectónicos, del campanario y del propio reloj en la Abadía de Westminster, en Londres. En 1982 la torre fue objeto de vandalismo por parte de manifestantes con motivo de la Guerra de las Malvinas. Posteriormente sería restaurada para dar acceso al público a su mirador otra vez.

### TORRE DEL RELOJ DE CHIANG RAI

Localizada en una céntrica glorieta de esta ciudad del norte de Tailandia, dicha edificación ostenta uno de los relojes monumentales de más reciente construcción. Su autor es el reconocido artista tailandés Chalermchai Kositpipat, quien la concluyó en 2008 en honor del rey Bhumibol Adulyadej y que también es el creador del Templo Blanco, en la misma ciudad y de idéntico estilo. Si bien no es muy alta, la torre llama mucho la atención por su abigarramiento y vibrante color dorado, que en las noches se transforma por efecto de luces artificiales de distintas tonalidades, brindando un atractivo espectáculo, sobre todo para los turistas cercanos.

### AYUNTAMIENTO DE FILADELFIA

Con sus 167 m de altura, la torre de la sede del gobierno de la ciudad más grande de Pensilvania ha sido referente entre los edificios más altos de EUA y el mundo, sobre todo a principios del siglo XX. Fue construida entre 1871 y 1901 al estilo afrancesado del Segundo Imperio, utilizando como principales materiales piedra caliza , granito y mármol. Las carátulas de su reloj de cuatro caras miden casi ocho metros de diámetro, lo cual permite ver la hora que marcan desde una distancia considerable. Cada una de esas carátulas está custodiada por una gran águila de bronce encaramada en su parte superior.

FOTOS: GETTY IMAGES

**Fuentes: Luis A. Corrales Vivar, *El reloj monumental de Pachuca*, Gobierno del Estado de Hidalgo, México, 2011; *parliament.uk, orloj600let.cz, praga.es, skyscraperpage.com, buenosaires.gob.ar, zeitglockenturm.ch, monumentamadrid.es, canada.ca, detailandia.com, phila.gov, whc.unesco.org***

# VIVIR DE OBSERVAR LAS ESTRELLAS

Platicamos con Gloria Delgado Inglada, investigadora del Instituto de Astronomía de la UNAM. Gloria nació en Madrid, España, donde, como pasa en la Ciudad de México, es casi un milagro ver estrellas, pero nos contó que quizá las noches de verano en la playa –que pasaba de niña con su familia– fueron las que la llevaron a estudiar lo que ocurre en el Cosmos.

"Me quedaba alucinada viendo todo aquello que yo no entendía [...] A veces preguntaba cosas y no me sabían contestar o me decían 'eso no se sabe', y me creaba conflicto", recuerda. "Todo nació un poco por esta sensación de curiosidad, y así fui explorando qué debía hacer para ganarme la vida viendo las estrellas".

Tal experiencia la llevó a leer todo libro de ciencia que encontraba en su casa.

"Cuando yo tenía 13 o 14 años leía temas complicados de Stephen Hawking o todo lo que mi padre compraba. Lo leía y realmente no entendía nada, pero me gustaba leerlo, me gustaban los términos: me parecían hasta poéticos".

Años después estudió Ciencias Físicas en la Universidad Complutense de Madrid, con especialidad en Astrofísica en la Universidad de La Laguna, Islas Canarias, y "por cosas de la vida" llegó a México para hacer una maestría y el doctorado en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), en Tonantzintla, Puebla.

Gloria también es colaboradora del programa *Primer Movimiento* de Radio UNAM y, junto a sus amigos Carlos Storch y Alejandro Voorduin, realiza el proyecto digital de divulgación **Ciencia Afición**.

## Estas son algunas de sus cosas favoritas...

**1 The Handmaid's Tale (serie TV)**
Bruce Miller
"Es una de estas distopías, un mundo en el que los hombres dominan y hay dos tipos de mujeres: las esposas, que no pueden tener hijos porque se volvieron estériles, y las otras, cuya única función es dar hijos a los hombres. Es de estas series realistas y futuristas en un sentido, pero no te extraña nada que la sociedad acabe así".

**2 Los renglones torcidos de Dios (novela)**
Torcuato Luca de Tena
"Es una historia muy curiosa de una mujer que entra en un manicomio con cierta intención, y toda la historia se vuelve muy rocambolesca. Aunque no tiene nada que ver con la ciencia, de una cierta manera, un científico a veces se siente un poco raro entre las demás personas, como ella en el manicomio".

**3 Hacer yoga**
"Por un lado es un ejercicio muy bueno, pero además es un momento de tranquilidad. Muchas escuelas de yoga son lugares peculiares para un científico porque se da mucho una introducción esotérica y hablan de la energía y cosas así. En general, yo me callo y digo: 'Vengo a hacer ejercicio y ya está'".

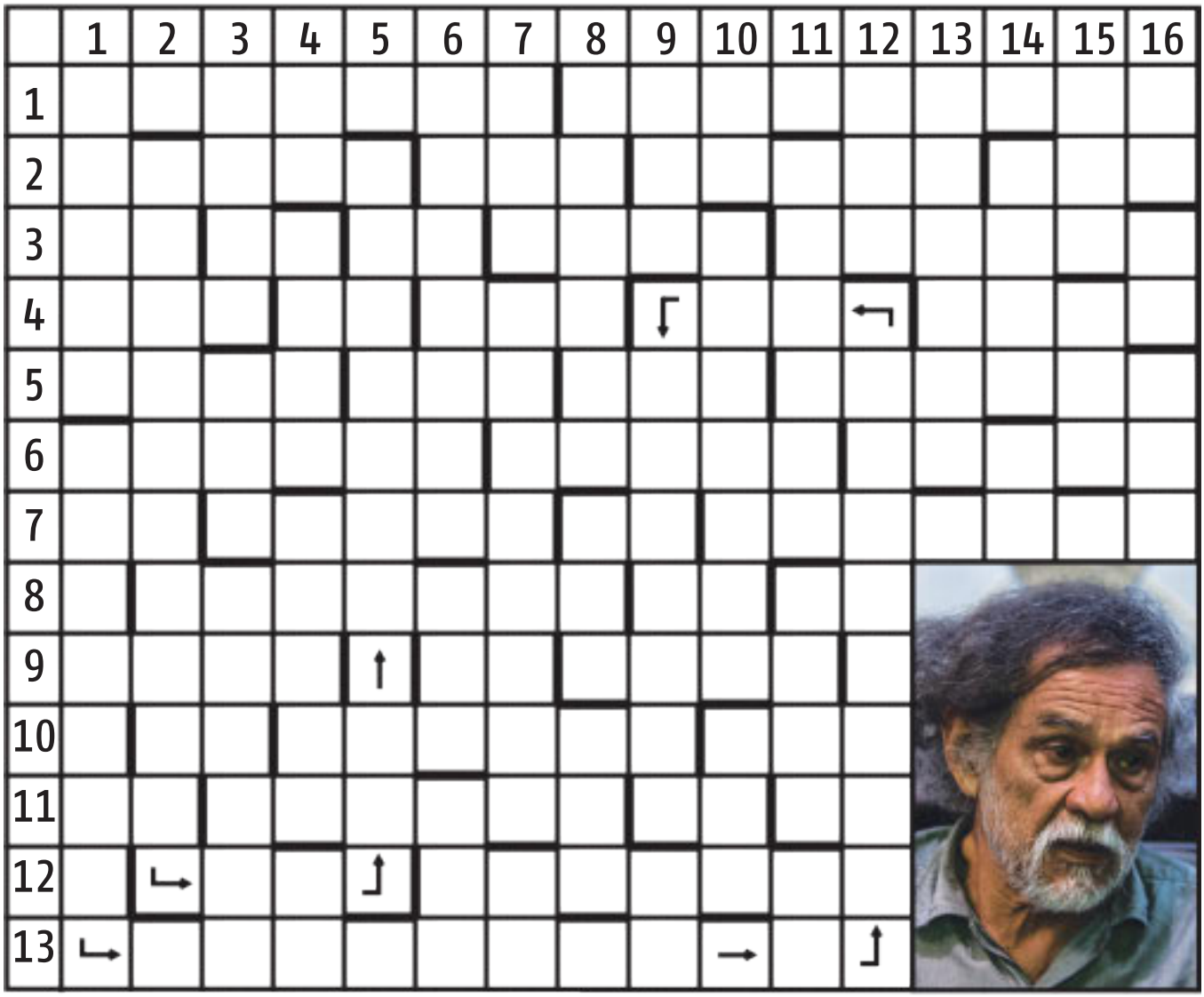
**4 Chiles en nogada**
"Es lo que más me gusta en el mundo".

**5 Música favorita**
"Me gusta Sabina y el grupo Los Secretos, de la movida española de los 80, que me recuerda mi época medio adolescente, medio universitaria, que en algunos aspectos echo de menos". Escucha la **playlist** que nos armó en Spotify.

**6 Museo Nacional de las Culturas Populares**
Coyoacán, Ciudad de México
"Es muy curioso porque cambia [sus exposiciones] con mucha frecuencia: cada vez que voy, tienen algo diferente".

FOTOS: CORTESÍA EDITORIAL PLANETA; ALEJANDRA ORTIZ MEDRANO

Por Dantón Chelen



Envíanos la frase al correo **muyinteresante@televisa.com.mx**

**Francisco Toledo** fue un artista plástico de origen zapoteco que también tuvo una destacada labor como activista de izquierda, luchador social, ambientalista, promotor cultural y filántropo; apoyó causas enfocadas tanto en la promoción y conservación del patrimonio artístico mexicano como en el libre acceso a la formación artística y al cuidado del medio ambiente. Al seguir las flechas descubrirás una frase relativa al **TEMA.** El término **FIGURA** indica que se trata de una o más palabras relacionadas.

**HORIZONTALES**

**1.** Día - **FIGURA**

**2.** Plaza de las polis griegas donde solían congregarse los ciudadanos - Onda de gran amplitud que se forma en la superficie de las aguas - Las vocales, al revés - Abreviatura de puerto

**3.** Infusión - Iniciales de Louis Pasteur (1822-1895), químico y bacteriólogo francés (pasteurización; vacuna contra la rabia) - Interjección que, usada de forma repetida, sirve para arrullar a los niños - Colina formada por un montón de arena acumulada por el viento - Que contiene veneno o produce envenenamiento

**4.** Instituto Nacional Electoral - Dígrafo español - "0 0 0 0 0 0" - **Continuación de la frase (inv)** - Idóneo, hábil, a propósito para hacer algo

**5.** Interpretar los signos de un texto - Movimiento convulsivo y sonoro del aparato respiratorio de las personas y de algunos animales - Edad, en inglés - Cantidad de cualquier cosa

**6.** Se dice del cabello ensortijado o rizado - Sustancia grasa contenida en la leche - Barco de grandes dimensiones

**7.** Dominio de nivel superior geográfico para Ucrania - Competidor o imitador de alguien o de algo, procurando excederlo o aventajarlo - Símbolo del zinc - Estructura gramatical formada por la unión de un sujeto y un predicado

**8.** Símbolo de litro - Sal del ácido clórico ($HClO_3$) - Preposición que expresa relación de lugar, tiempo, modo o manera, medio o instrumento, precio - Antes de Cristo

**9.** Tratado Interamericano de Asistencia

FOTO: GETTY IMAGES

## FELICIDADES A:

1. Rocío Lammoglia.
2. Marciano Morales.
3. Miguel Ángel Gómez Saavedra.
4. Bertha Vera Escobedo.
5. Mario Rodríguez.
6. Yurit Vázquez Núñez.
7. María Inés Sánchez.
8. Pedro Pablo Flores Cordero.
9. Alberto Escamilla.
10. Rigoberto Vázquez.

**Primeras 10 personas que enviaron la frase correcta de la edición del mes de febrero.**

Recíproca (Tratado de Río, 1947) – Dios solar del antiguo Egipto – Relativo a la boca – A, E, ..., O, U

**10.** "La cuerda de saltar" – Mantra de ciertas religiones dhármicas – Planta herbácea anual, rastrera, de hojas de color verde oscuro, flores amarillas y fruto esférico – Deporte de combate entre dos adversarios de la misma categoría de peso que se enfrentan a puñetazos siguiendo un reglamento

**11.** Símbolo del radón – Plataforma que sobresale de la fachada de un edificio – Latinoamérica – Símbolo de noreste

**12.** Letra que en el alfabeto fonético aeronáutico se le asigna la palabra "Alfa" – **Continuación de FIGURA** – El primero de los tres patriarcas del judaísmo

**13. Continuación de la frase**

### VERTICALES

**1.** Fruto comestible del datilero o palmera datilera – Aquí comienza la frase a descubrir: **"Óleos, acuarelas, gouaches, dibujo, tintas, aguafuertes, puntaseca, litografía, xilografía, mixografía, escultura, cerámica y tapices son las técnicas que Toledo utilizó en su obra, donde los temas recurrentes son la muerte, la literatura, la naturaleza humana, el sexo y la escatología, además de referencias a la..."**

**2.** "Vocal con sobrepeso" – **FIGURA** – En un sistema cartesiano, tercera coordenada para definir la posición de un punto

**DETALLE.** Apertura de la expo "Toledo ve", en el Museo Nacional de Culturas Populares, en 2019.

**3.** "¿Pa'qué quiero más agruras, si con mi ... me basta?" – Vocal repetida – Undécima letra griega

**4.** Moverse hacia determinado lugar – Letras seguidas – Mamífero marino de las regiones árticas – Iniciales de Elena Poniatowska, escritora, periodista y activista mexicana

**5.** Símbolo del newton – **Continuación de FIGURA (inv)** – Símbolo del oxígeno

**6.** ¡Anotacióóóóón! – Ácido ribonucleico – "Gato inglés"

**7.** Antiguo, viejo, en inglés – Prenda de vestir que tiene escote o mucho escote – Balido

**8.** Interrumpir o retardar un movimiento, ejercicio o acción – Zoológico – Instituto Nacional de Rehabilitación – oiradeceba led artel amitlúnepetnA

**9.** Todavía – **Continuación de la frase** – Alcohólicos Anónimos

**10.** Símbolo del polonio – Antozoo hexacoral marino que se adhiere normalmente al sustrato; existen unas 1,200 especies descritas – Interjección usada para denotar indiferencia o desdén

**11.** Símbolo de área – Repetir – Ala sin plumas de cualquier ave – ¡Quejido!

**12.** Signo del zodiaco – **Continuación de la frase (inv)**

**13. FIGURA** – Letra que tras un circulito volado indica el símbolo del grado Celsius (grado centígrado)

**14.** Decimoséptima consonante – Orina, en el lenguaje infantil – Seis romano

**15.** Abreviatura de etcétera – Tú, en francés – Letra que en código morse es: – – – (raya/raya/raya)

**16.** Voz que se antepone a algunos insultos para reforzar su significado – Prefijo que significa huevo – Impar

## RESPUESTA DEL NÚMERO ANTERIOR

### FRASE RELATIVA AL LIBRO *LA MARIPOSA MONARCA*

**"La mariposa monarca vive 4 días como huevo, 2 semanas como oruga, 10 días como crisálida y de 2 a 6 semanas como mariposa; sin embargo, los individuos que nacen a principios de otoño modifican su ciclo vital para realizar la migración anual: a este grupo se conoce como generacion matusalen y viven hasta 9 meses".**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | G | E | N | E | R | A | C | I | O | N | ↴ | M | O | F | A | R |
| 2 | O | N | U | D | A | N | A | U | S | ↴ | M | A | R | O | M | A |
| 3 | P | E | E | S | P | A | N | T | A | P | A | J | A | R | O | S |
| 4 | U | M | Z | T | A | L | C | O | U | L | T | R | A | M | A | R |
| 5 | S | E | S | E | M | ← | I | P | N | E | U | A | N | A | S | A |
| 6 | N | O | E | P | B | 9 | L | I | O | X | S | U | F | R | I | R |
| 7 | A | L | D | E | A | ↑ | L | A | B | I | A | L | I | Z | A | R |
| 8 | R | E | O | T | R | A | E | R | R | P | L | A | | | | |
| 9 | A | C | R | A | S | T | R | E | O | P | E | Z | | | | |
| 10 | N | H | G | H | U | S | K | Y | C | U | N | A | | | | |
| 11 | J | A | E | N | E | A | L | A | O | S | ↓ | F | | | | |
| 12 | A | A | N | O | C | H | E | P | L | A | Y | A | | | | |
| 13 | ↳ | Y | ↱ | K | O | ↳ | E | V | I | V | ↵ | R | | | | |

FOTOS: GOB.MX; GETTY IMAGES

# MEMORIA DE CRISTAL

El Proyecto Silica de Microsoft une el cuarzo, el láser y la inteligencia artificial para desarrollar un soporte de almacenamiento que dure siglos. **Por Ángel Jiménez de Luis**

Más de la mitad de las cintas de cine producidas antes de 1950 se han perdido para siempre. Se grabaron en película de nitrato de celulosa, una sustancia altamente inflamable y poco resistente que los estudios no supieron conservar de forma adecuada. Con este desafortunado dato por bandera y preocupados por el legado histórico del séptimo arte, un grupo de realizadores encabezado por el genial director Martin Scorsese creó The Film Foundation en la década de los 90: es una organización no gubernamental que restaura y acondiciona viejos filmes y los almacena de forma segura para la posteridad.

**Esta institución ha conseguido restaurar y salvar más de 850 títulos,** aunque hacerlo resulta difícil. Los rollos de película deben resguardarse a temperaturas muy bajas, con una humedad relativa de entre 30 y 50%, además de estar lejos de la luz. The Film Foundation recurre a centros especializados en este tipo de trabajos que cuentan con cámaras enormes construidas en viejas minas o en edificios muy resistentes. Incluso en tales condiciones ideales, la supervivencia de las producciones no queda garantizada más allá de unos pocos cientos de años.

Por supuesto, una vez restaurado el original se hace una copia digital que tendrá muchas más posibilidades de ser disfrutada por nuestros tataranietos. La fundación impulsada por Scorsese y otras organizaciones dedicadas a los archivos cinematográficos consideran que las cintas deben almacenarse y preservarse siempre en el medio en que fueron registradas y guardan, por tanto, los rollos de película, ya sean originales o duplicados, aunque al mismo tiempo son conscientes de que el formato digital es mucho más versátil. Empero, las copias modernas tienen un problema parecido a las clásicas: los soportes para almacenarlas (discos duros, cintas magnéticas, memorias flash...) también acabarán desapareciendo tarde o temprano. Una perspectiva preocupante.

Y existe otra dificultad que, en apariencia, no se relaciona con la anterior, pero es igual de grave: la cantidad de información que generamos crece de forma exponencial. En 2023 necesitaremos tener más de 100 zettabytes de datos conservados en servidores en la nube. Traducido a una unidad con la que estamos más familiarizados, eso significa

**MICROSOFT** ha logrado almacenar la película *Superman* (protagonizada por Christopher Reeve en 1978) en un trozo de cuarzo del tamaño de un posavasos.

FOTO: MICROSOFT

que en tres años deberemos contar con memoria suficiente para unos 100,000 millones de terabytes de datos (por comparar, es probable que tu computadora tenga entre medio terabyte y un terabyte para guardar información). Podremos continuar usando discos de memoria sólida y cintas o platos magnéticos para hacerlo, pero hablamos de una curva exponencial. En cinco, 10 o 15 años nuestras necesidades de almacenamiento digital alcanzarán una escala bastante distinta a la actual.

**A PRUEBA DE AGRESIONES.** Youssef Assaf, investigador del Proyecto Silica de Microsoft, sumerge en agua hirviendo uno de los trozos de cuarzo que almacenan datos. Al sacarlo no había perdido ni un byte de información.

**Microsoft sostiene que podría haber dado con la solución** para estos dos problemas: el departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa de Redmond llama Proyecto Silica a su iniciativa de utilizar los últimos avances en tecnología láser e inteligencia artificial para almacenar datos en un pequeño bloque transparente de cuarzo.

¿Cómo funciona el sistema? Un láser de femtosegundo (una milésima de billonésima de segundo), muy preciso y parecido a los que se usan en cirugía ocular, codifica los datos en el cristal de forma tridimensional, creando capas de rejillas y deformaciones a una escala nanométrica y con varias profundidades y ángulos. Una matriz de muescas, en definitiva, increíblemente pequeñas y de elevada densidad.

Para *rescatar* la información, un algoritmo de aprendizaje automático lee a gran velocidad estas muescas, decodificando las imágenes y patrones que se crean a medida que una luz polarizada brilla a través del cristal. No tiene que usar un láser de forma secuencial en cada una de las muescas: el patrón de interferencia de la luz le permite saber con exactitud qué está almacenado de un rápido *vistazo*.

**Este sistema posee tres ventajas:** la primera, su resistencia. El cuarzo (formado por sílice cristalino) es un material increíblemente fuerte y estable. Estos cubos o bloques donde se almacena la información pueden echarse en agua hirviendo, exponerse a microondas o pasar por campos magnéticos muy potentes (condiciones que destrozarían cualquier alternativa de almacenamiento actual) sin sufrir daños. El láser cambia de forma permanente la estructura interna del cristal, así que los datos pueden conservarse varios siglos sin problema.

La segunda virtud es la capacidad. Como prueba de la densidad que este material puede llegar a tener, el equipo de Microsoft codificó la película *Superman* (1978) en un cristal de 75 x 75 milímetros de superficie y sólo dos milímetros de grosor. En esos dos milímetros el láser es capaz de apilar más de 100 capas de información. La tercera ventaja –y no menos importante– es el precio. A diferencia de otros soportes de almacenamiento, que requieren componentes y metales exóticos, el Proyecto Silica nada más emplea cuarzo, muy abundante, barato y fácil de obtener.

Por desgracia, nada es perfecto. Este tipo de memorias sólo sirve para lo que se conoce como almacenamiento *en frío*. Como el láser altera permanentemente la estructura cristalina del cuarzo, los datos pueden escribirse una vez y el proceso resulta algo lento. Una vez escrito, el cristal puede leerse las veces que haga falta y con rapidez, pero los datos no pueden cambiarse. Esto quiere decir que hay ciertas aplicaciones para las que el sistema desarrollado por Microsoft no será el más idóneo.

Estos dispositivos no sustituirán las unidades de almacenamiento de nuestras computadoras o teléfonos móviles porque ellos necesitan escribir datos una y otra vez sobre el mismo espacio.

**Estos cristales podrían jugar un papel importante** en centros de datos, pero combinados con otros soportes de escritura múltiple. Las tareas más inmediatas se dejarían a los discos duros convencionales y el cuarzo se usaría para almacenar copias de seguridad y datos a largo plazo. Hoy se emplean con este fin cintas magnéticas –todavía, y cuesta creerlo– por su mayor durabilidad, aunque resulta tedioso recuperar los datos almacenados en ellas porque suelen requerir acceso secuencial a todos los unos y ceros que contienen.

En cualquier caso, las pequeñas láminas de cuarzo son perfectas para conservar por un largo tiempo filmes o música. Podríamos guardar toda la colección de The Film Foundation en una sola repisa de una estantería y toda la música de un servicio como Spotify en un armario bastante discreto. Y lo mejor, hacerlo durante siglos, sin preocuparnos por las condiciones de la sala donde se encuentren.

## ESTO LO EMPEZÓ TODO

**La solución de Microsoft es muy sofisticada, pero no nueva. El primer dispositivo que grababa sonido, el fonoautógrafo, usaba papel o cristal como soporte. Lo patentó en 1857 el inventor francés Édouard-Léon Scott de Martinville.**

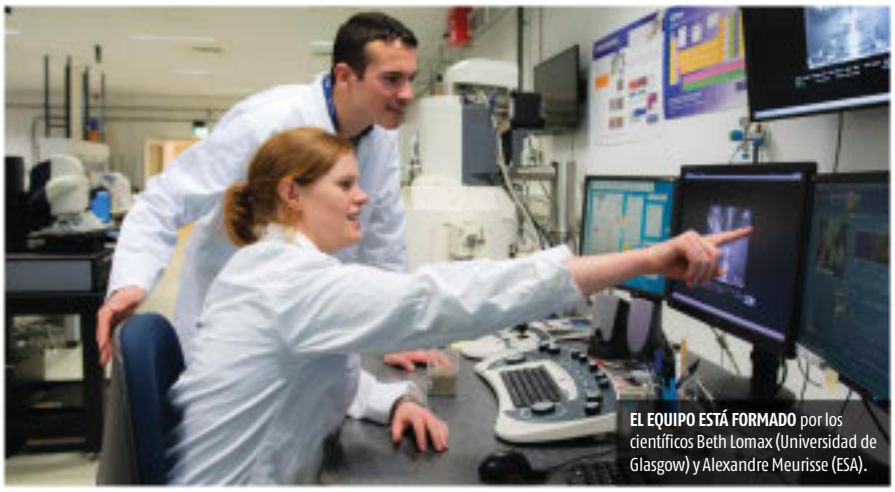
FOTOS: MICROSOFT; ARCHIVE TK

# **Polvo** para respirar

Una planta lunar para crear oxígeno no parece una idea descabellada para un par de investigadores de la Universidad de Glasgow (Reino Unido) y de la Agencia Espacial Europea (ESA), quienes ya pusieron el prototipo que planean llevar a la Luna en el Laboratorio de Materiales y Componentes Eléctricos del Centro Europeo de Investigación y Tecnología Espacial (ESTEC) en los Países Bajos.

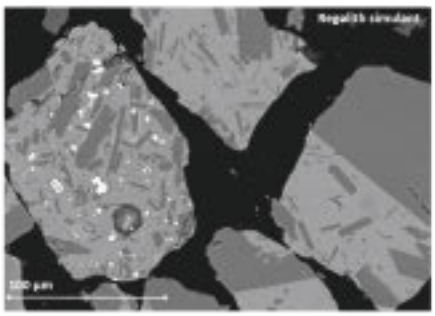
Dicho aparato basa su funcionamiento en el regolito lunar, un polvo que cubre la superficie selenita y que tiene como elemento más abundante el oxígeno (de 40 a 45% de su peso), pero que no puede ser usado de inmediato porque el oxígeno está ligado químicamente con óxidos en forma de minerales y vidrio. Por ello, la planta que crearon extrae el gas mediante un método llamado electrólisis de sales fundidas, que consiste en convertir el regolito en sólido y pasar una corriente a través de él para extraer el oxígeno. Este método fue desarrollado por la empresa británica Metalysis para la producción comercial de metales, pero fue replicado y rediseñado por los científicos en su laboratorio.

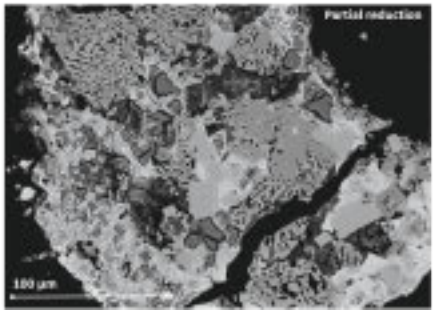
Los investigadores consideran que su desarrollo ayudará a los colonos lunares no sólo a respirar, sino también para la producción local de combustible para cohetes. **Fuente:** ***esa.int***



**EL EQUIPO ESTÁ FORMADO** por los científicos Beth Lomax (Universidad de Glasgow) y Alexandre Meurisse (ESA).

**EL ANTES Y DESPUÉS** del regolito. Al montón de abajo y a la imagen microscópica de la derecha ya se les extrajo el oxígeno.





FOTOS: ESA–A. CONIGLI; BETH LOMAX / UNIVERSITY OF GLASGOW; ESA – P. CARRIL

# Telas antimoscas

En África subsahariana más de 10 millones de kilómetros cuadrados están infestados por moscas tse-tse (*Glossina* spp.), las cuales causan enfermedades como la del sueño en humanos. Para combatir a estos vectores, que también dañan animales, los investigadores de la Universidad de Aberystwyth (Reino Unido) diseñaron unos tejidos de poliéster que las atrapan y matan.

Dicho diseño está inspirado en los paneles de tela de algodón teñida de negro o azul con insecticida que tradicionalmente se usan para disminuir la presencia de esta mosca. Sin embargo, las telas de poliéster azul existentes no son tan efectivas para atraer a los insectos porque no retienen con tanta eficacia el insecticida; además, aunque a la vista del ojo humano son del mismo color que las de algodón, los fotorreceptores de las moscas los ven distinto.

Su creación es una tela violeta que resultó muy atractiva para las moscas, ya que al realizar sus experimentos descubrieron que la tonalidad atraía 50% más de moscas femeninas que las telas usadas de forma tradicional. Tras su invento, los científicos resaltan la necesidad de los modelos basados en fotorreceptores para el diseño de tejidos con mayor impacto. **Fuentes:** *eurekalert.org; journals.plos.org*

**UNA DE LAS MALLAS** que se usan para combatir a las moscas. El dispensador amarillo libera olores que las atraen.

# Detector de **obras** ***fake***

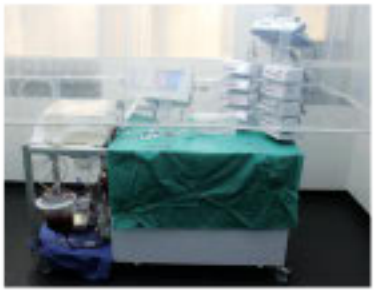
Un equipo de científicos de la Universidad del País Vasco desarrolló un método matemático que ayuda a detectar si una pintura contemporánea es auténtica o no.

Para lograrlo, los investigadores usaron muestras de pequeñas probetas con distintas pinturas acrílicas y las sometieron a una cámara de envejecimiento acelerado bajo condiciones controladas de humedad, luz y temperatura. Una vez que estas "envejecieron" a distinto ritmo, tomaron medidas espectrales para diferenciar cómo se degradaba cada color y con ello distinguir su edad.

**SABÍAS QUE...** 50 horas dentro de la cámara equivalen a un año de envejecimiento natural.

Con las imágenes obtenidas se entrenó un algoritmo matemático que distingue la "edad" de cada pigmento y con ello determina si una obra es auténtica o no por la fecha en que se supone fue creada. La importancia del desarrollo de este método se debe a lo sencillo que es falsificar obras modernas debido a que los materiales con los que fueron hechos se encuentran con facilidad. Durante sus experimentos pudieron fechar obras con hasta 22 años de antigüedad, lo que les hace creer que también podría ayudar en métodos apropiados de restauración y conservación. **Fuente:** Universidad del País Vasco

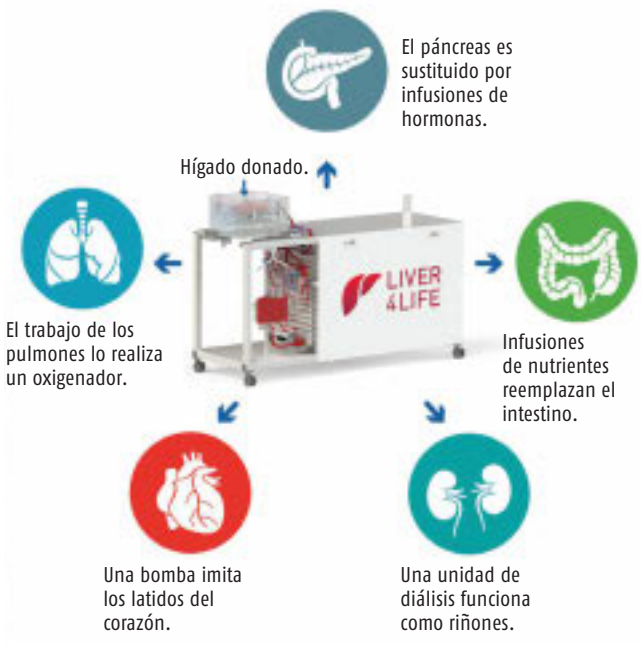
# **Órganos** a la carta



Una máquina que repara hígados humanos heridos y los mantiene vivos fuera del cuerpo por hasta una semana podría ser la nueva promesa para salvar vidas de pacientes con cáncer o enfermedades hepáticas.

Este aparato fue creado por un grupo de cirujanos, biólogos e ingenieros de distintas universidades liderados por el Instituto Wyss Zurich (Alemania), y con él podría aumentarse la cantidad de órganos disponibles para trasplantes, ya que en la actualidad sólo pueden mantenerse fuera del cuerpo por 24 horas.

El dispositivo basa su funcionamiento en un sistema complejo de perfusión que imita la mayoría de las funciones corporales para simular que el órgano sigue en su lugar dentro del cuerpo humano. Además, puede reparar las lesiones, limpiar los depósitos de grasa en el hígado y regenerarlos. Durante sus pruebas lograron que 10 hígados rechazados para trasplante por centros médicos de Europa se recuperaran por completo en una semana. **Fuentes:** Universidad de Zúrich; *nature.com*




FOTOS: PROF. STEVE TOR, LIVERPOOL SCHOOL OF TROPICAL MEDICINE; USZ; BEAMUE; UPV/EHU

# Cocina y **ve una peli**

Usar tu imaginación para cocinar con lo que tengas en casa ya no será necesario. Con ayuda de Inteligencia Artificial, la nueva versión del microondas inteligente Kitchen Hub, de la compañía estadounidense General Electric, te dará recetas usando los ingredientes que tengas disponibles e incluso te avisará cuando tus alimentos estén listos. También podrás descargar aplicaciones como Netflix o Spotify y ver una película en su pantalla de 27 pulgadas, ya que funciona como una tableta con sistema operativo Android. Incluso podrás hacer una videollamada con ayuda de sus tres cámaras, las cuales también sirven para tomar fotografías de lo que se está cocinando. Además podrás controlarla sólo con usar tu voz, ya que tiene integrado el asistente de Google.

La versión 2020 de Kitchen Hub es capaz de conectarse con los demás dispositivos inteligentes del hogar y estará disponible a finales de año. **Fuente:** ***geappliances.com***

FOTOS: GENERAL ELECTRIC

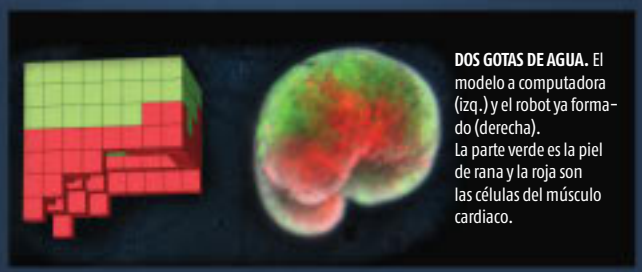
# Robots
## a base de ranas

Existen todo tipo de robots, pero ahora los científicos de la Universidad de Vermont (Estados Unidos) fueron un paso adelante con la creación de "xenobots"; el nombre que reciben sus minirrobots hechos con células madre extraídas de embriones de ranas africanas (*Xenopus laevis*).

Estas máquinas vivientes de apenas un milímetro de ancho pueden ser programadas como cualquier otro robot y moverse hacia un objetivo específico. Por ello, sus posibles usos van desde llevar medicamentos de una parte a otra dentro del cuerpo de un paciente o raspar la placa en sus arterias, hasta recolectar microplásticos en los océanos.

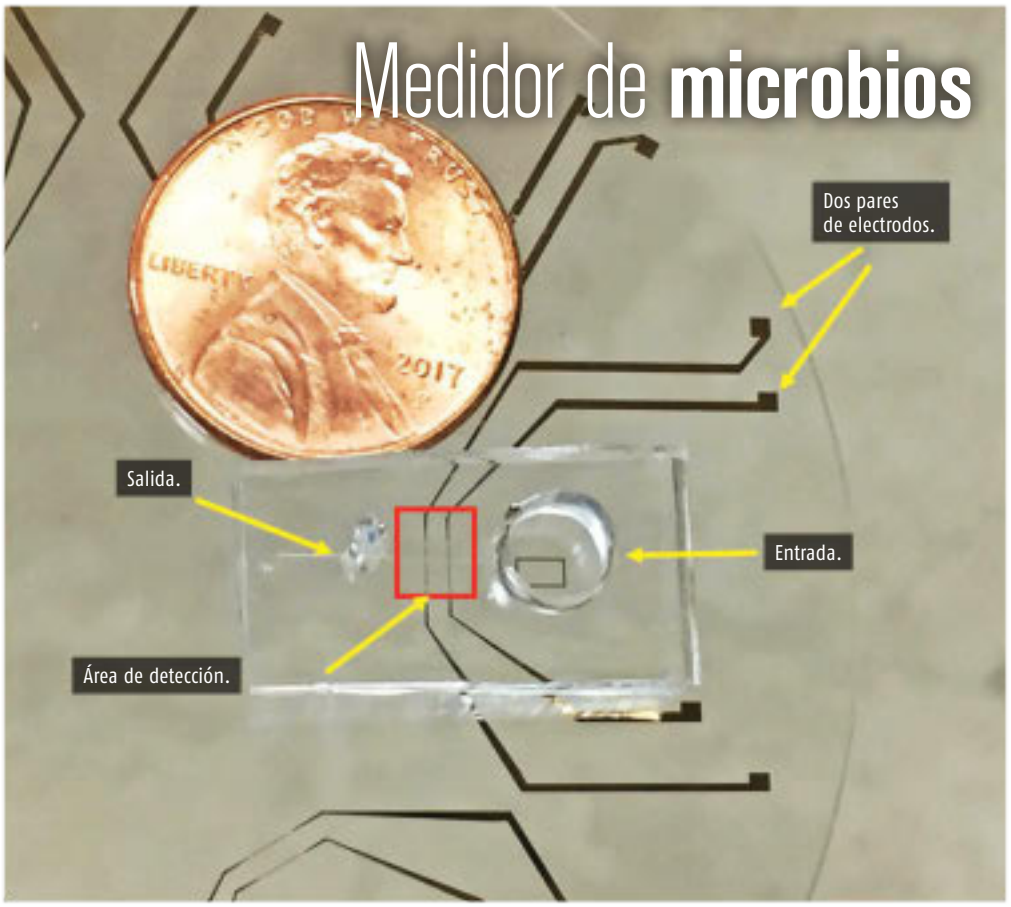
"No son un robot tradicional ni una especie conocida de animales. Es una nueva clase de artefactos: un organismo vivo y programable", asegura uno de sus creadores, Josh Bongard, experto en informática y robótica, quien además resalta el hecho de que al terminar su vida útil (que es de siete días) se degradan como cualquier ser vivo tras morir.

Fuentes: Universidad de Vermont; *pnas.org*



**DOS GOTAS DE AGUA.** El modelo a computadora (izq.) y el robot ya formado (derecha). La parte verde es la piel de rana y la roja son las células del músculo cardiaco.

# Medidor de **microbios**




Los científicos de la Universidad Rutgers (Nueva Jersey, Estados Unidos) crearon un dispositivo portátil que puede analizar con prontitud los microbios existentes en ambientes acuáticos.

Esta herramienta ayuda a determinar cómo los microbios y las células responden a factores como la contaminación y los cambios de temperatura o salinidad en el agua, y basa su funcionamiento en una medida de resistencia conocida como impedancia eléctrica.

Hoy en día, para medir estos agentes de estrés ambiental se necesita mandar las muestras a un laboratorio, pero en su dispositivo basta que los microbios pasen a través de un microcanal más delgado que el diámetro de un cabello humano para medir la alteración de un campo eléctrico, y nada más con ello obtener los resultados.

Fuentes: Universidad de Rutgers; *nature.com*

FOTOS: DOUGLAS BLACKISTON, TUFTS UNIVERSITY; JIANYE SUI; SAM KRIEGMAN, UVM

Por Armando Tovar / Ilustración: Alets Klamroth

# Prohibir las bolsas de plástico no salva al planeta

Usamos 1 billón de bolsas desechables de plástico al año.
129 bolsas por cada habitante del orbe.

Si las prohibimos se arregla el asunto, ¿cierto?

No. Y ahí va por qué.

## Segundo uso

En California prohibieron las bolsas desechables de plástico en 2016, y la venta de bolsas de basura aumentó hasta en 120%.

Estas son más gruesas: o sea, más plástico en el mundo, no menos.

¿Y si usamos bolsas de papel?

Estas sí son biodegradables, pero su huella de carbono es 4 veces mayor por el uso de agua y gasto de energía que implican; además, por su fragilidad se reúsan menos y al degradarse liberan gases de efecto invernadero.

¿Y mi bolsita de tela?

Peor aún. Producirla implica más recursos, químicos y hasta 80% más combustible para transportarla, pues son más pesadas.

¿Y si es de algodón orgánico, hermano?

Tampoco: hay que usarla 20,000 veces para que tenga menos impacto que una bolsa desechable.

La bolsa "ecológica" que venden en el súper también es de plástico (polipropileno) y hay que usarla al menos 52 veces para que su impacto sea menor que el de la típica bolsa desechable.

Ya me deprimí. ¿Qué hago?

Lo mejor es reutilizar lo más que se pueda una bolsa de poliéster o algún plástico duradero, como la del mandado de las abuelas.

Fuentes: NPR, Newstatesman, Science, Agencia de Protección Ambiental de Dinamarca.

VISÍTANOS
muy
INTERESANTE
muyinteresante.com.mx

# FERRATO®

Compra en línea:
www.ferrato.com

BÚSCALOS EN CATÁLOGOS
·andrea·

Adquiérelos al:
**477 788 5300,** Lada sin costo